

Pregrado

TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN:

DOCENCIA E INNOVACIÓN EDUCATIVA

**OPTIMIZACIÓN DEL APRENDIZAJE EN AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL INDUSTRIAL A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DE
SIMULADORES Y PRÁCTICAS CON PLCS.**

ASIGNATURA: Proyectos tecnológicos aplicados a la educación

NIVEL: Quinto

AUTOR: Rommel Eusebio Suárez Vinueza

TUTOR: Msc. Byron Vilema

FECHA: Julio 2025



Autor: Suárez Vinueza Rommel Eusebio



Título a obtener: Tecnólogo/a Superior Universitario en Docencia e Innovación Educativa.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: rommel.suarez@ister.edu.ec

Dirigido por: Vilema Cangahuamin Byron Alexander



Título: Magister en Innovación Educativa

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: byron.vilema@ister.edu.ec

Todos los derechos reservados

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2025 Tecnológico Universitario Rumiñahui

SANGOLQUÍ – ECUADOR

SUAREZ VINUEZA ROMMEL EUSEBIO

OPTIMIZACIÓN DEL APRENDIZAJE EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

INDUSTRIAL A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DE SIMULADORES Y PRÁCTICAS

CON PLCS.

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3

Sangolquí, 31 de julio de 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

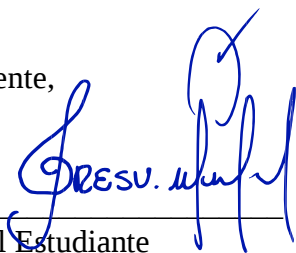
Presente

Por medio de la presente, yo, Rommel Eusebio Suárez Vinueza declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **“OPTIMIZACIÓN DEL APRENDIZAJE EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DE SIMULADORES Y PRÁCTICAS CON PLCS”**, de la Tecnología Universitaria en Docencia e Innovación Educativa; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



Firma del Estudiante

Rommel Eusebio Suárez Vinueza

C.I.: 1804165353

FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:

TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN DOCENCIA E INNOVACIÓN EDUCATIVA

AUTOR /ES:

ROMMEL EUSEBIO SUAREZ VINUEZA **TUTOR**

(METODOLÓGICO Y ACADÉMICO): VILEMA

CANGAHUAMIN BYRON ALEXANDER

CONTACTO ESTUDIANTE:

0984535832

CORREO ELECTRÓNICO:

rommel.esv.86@gmail.com

TEMA:

OPTIMIZACIÓN DEL APRENDIZAJE EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
INDUSTRIAL A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DE SIMULADORES Y PRÁCTICAS
CON PLCS.

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR **RESUMEN**

EN ESPAÑOL:

COPIAR EL RESUMEN CON MÁXIMO 250 PALABRAS PALABRAS

CLAVE:

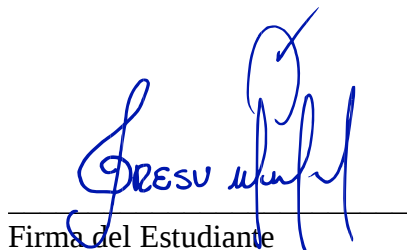
COLOCAR LAS PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL 5 MÁXIMO

ABSTRACT:

COPIAR EL RESUMEN EN INGLÉS PALABRAS

CLAVE:

COLOCAR LAS PALABRAS CLAVES EN INGLÉS 5 MÁXIMO



Firma del Estudiante

Rommel Eusebio Suárez Vinueza

C.I.: 1804165353

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 31 de julio de 2025

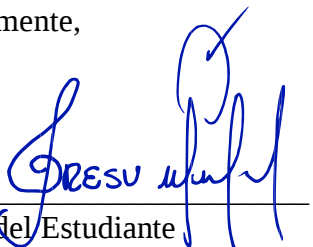
Sres.-

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Yo, ROMMEL EUSEBIO SUAREZ VINUEZA, con C.I.: 1804165353 alumno de la Carrera TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN DOCENCIA E INNOVACIÓN EDUCATIVA, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante
Rommel Eusebio Suárez Vinueza
C.I.: 1804165353

DEDICATORIA

Con profundo respeto, dedico este trabajo a los docentes que, con pasión y visión, integran la tecnología para transformar la educación. Su labor inspira a futuras generaciones, forjando un aprendizaje innovador y humanista. A ellos, mi gratitud por guiar el camino hacia un futuro educativo más brillante.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de corazón a mis profesores y tutores, cuya sabiduría y paciencia fueron faros en este viaje de aprendizaje. Su dedicación a integrar la tecnología en la docencia educativa no solo me inspiró, sino que me proveyó de las herramientas para en visionar un futuro donde la educación sea más inclusiva y dinámica.

Mi gratitud se extiende a mi familia y amigos, por su inquebrantable apoyo y comprensión, pilares fundamentales en cada etapa de este proyecto. Finalmente, un reconocimiento especial a mis compañeros de estudio, con quienes compartí ideas y desafíos; su colaboración enriqueció este trabajo y reafirmó la importancia del aprendizaje colectivo.

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio se enfoca en la optimización del aprendizaje en el campo de la automatización y control industrial, abordando específicamente la integración de simuladores avanzados y prácticas con Controladores Lógicos Programables (PLCs). Se reconoce que la formación en esta disciplina requiere de un enfoque que combine la teoría técnica con la experiencia práctica, replicando entornos industriales reales de manera segura y eficiente. La investigación explora cómo la implementación sistemática de herramientas de simulación, como software de emulación de PLCs y entornos virtuales, complementa las actividades de laboratorio que involucran equipos físicos.

El objetivo es desarrollar una metodología pedagógica que mejore la comprensión de los estudiantes sobre los principios de automatización, la programación de PLCs y la resolución de problemas en sistemas de control. Se discute la eficacia de estas herramientas para reducir la curva de aprendizaje, fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de diseño en los futuros ingenieros y técnicos. Se espera que los hallazgos de este trabajo contribuyan a la mejora de los programas educativos en automatización y control, preparando a los profesionales con las habilidades prácticas y teóricas demandadas por la industria 4.0.

Palabras clave:

Automatización Industrial, Control Industrial, PLCs (Controladores Lógicos Programables).

ABSTRAC

This study focuses on the optimisation of learning in the field of industrial automation and control, specifically addressing the integration of advanced simulators and practice with Programmable Logic Controllers (PLCs). It is recognised that training in this discipline requires an approach that combines technical theory with practical experience, replicating real industrial environments in a safe and efficient manner. The research explores how the systematic implementation of simulation tools, such as PLC emulation software and virtual environments, complements laboratory activities involving physical equipment.

The objective is to develop a pedagogical methodology that enhances students understanding of automation principles, PLC programming and control system troubleshooting. The effectiveness of these tools in reducing the learning curve, fostering critical thinking and design skills in future engineers and technicians is discussed. It is hoped that the findings of this work will contribute to the improvement of educational programmes in automation and control, preparing professionals with the practical and theoretical skills demanded by Industry 4.0.

Keywords:

Industrial Automation, Industrial Control, PLCs (Programmable Logic Controllers).

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	v
No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.	v

ÍNDICE DE GRÁFICOS			
v			
INTRODUCCIÓN			
1			
Objetivo general			
3			
Objetivos específicos			
3			
I.	CAPÍTULO	I:	MARCO TEÓRICO
			6
1.1	Antecedentes		
	6		
1.2	Bases Teóricas		6
1.3	Variables dependientes		
	7		
1.3.1	Desempeño en Automatización y Control		7
1.3.1.1	Precisión en la programación de automatismos:		
	7		
1.3.1.2	Capacidad de análisis de procesos industriales automatizados:		
	9		
1.3.1.3	Nivel de autonomía en la ejecución de tareas técnicas:		
	10		
1.3.2	Motivación por el Aprendizaje Técnico		10
1.3.2.1	Interés en participar en prácticas y simulaciones:		
	10		
1.3.2.2	Percepción de utilidad de lo aprendido:		
	11		
1.3.2.3	Nivel de satisfacción con las actividades prácticas:		
	12		
1.3.3	Desarrollo de Competencias Técnicas		12
1.3.3.1	Interpretación de diagramas y esquemas eléctricos:		
	12		
1.3.3.2	Conexión de hardware y configuración de dispositivos:		
	13		
1.3.3.3	Diagnóstico y solución de problemas en sistemas automatizados:		
	14		
1.3.4	Transferencia del Conocimiento a la Práctica		14

1.3.4.1	Capacidad para aplicar lo aprendido en contextos reales:	14
1.3.4.2	Relación entre contenido teórico y aplicación práctica:	14
1.3.4.3	Resolución de desafíos en situaciones simuladas o reales:	15
1.4	Variables independientes	16
1.4.1	Uso de Simuladores en el Proceso de Enseñanza	16
1.4.1.1	Tipos de simuladores aplicados:	16
1.4.1.2	Interactividad y nivel de realismo del entorno simulado:	17
1.4.1.3	Frecuencia y duración del uso de simuladores en clase:	17
1.4.2	Aplicación de Prácticas con PLCs Reales	18
1.4.2.1	Acceso a laboratorios con equipos físicos:	18
1.4.2.2	Configuración y programación de PLCs reales:	19
1.4.2.3	Resolución de fallas y problemas técnicos en prácticas reales:	19
1.4.3	Diseño Didáctico del Docente.....	20
1.4.3.1	Planificación y secuencia pedagógica de contenidos prácticos:	20
1.4.3.2	Enfoque metodológico:	21
1.4.3.3	Estrategias de evaluación del desempeño práctico:	21
1.4.4	Integración de Simulación y Práctica Real	22
1.4.4.1	Coordinación entre tareas virtuales y prácticas reales:	22
1.4.4.2	Transición del entorno simulado al entorno físico:	23
1.4.4.3	Percepción del estudiante sobre la conexión entre teoría y práctica:	23
1.5	Relación entre las variables del proyecto	24
II.	CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	26
2.1	Enfoque metodológico de la investigación	¡Error! Marcador no definido.

2.2	Población y muestra	¡Error! Marcador no definido.
	Población	¡Error! Marcador no definido.
	Muestra	¡Error! Marcador no definido.
2.3	Instrumentos	¡Error! Marcador no definido.
2.4	Análisis e interpretación de resultados del diagnóstico	¡Error! Marcador no definido.
III.	CAPÍTULO III: PROPUESTA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO	
	6	
3.1	Fundamentos de la propuesta	6
3.2	Presentación de la propuesta	22
3.3	Ejecución de la propuesta	22
	Resultados obtenidos con la implementación de la propuesta.	52
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
	ANEXOS	69
	ÍNDICE DE TABLAS	i
	Tabla 1	ii
	Tabla 2	8
	Tabla 3	11
	Tabla 4	12
	Tabla 5	13
	Tabla 6	13
	Tabla 7	15
	Tabla 8	15

Tabla 9	16
Tabla 10	17
Tabla 11	18
Tabla 12	18
Tabla 13	19
Tabla 14	20
Tabla 15	20
Tabla 16	21
Tabla 17	22
Tabla 18	22
Tabla 19	23
Tabla 20	24

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1	
-----------------------	--

INTRODUCCIÓN

-Planteamiento del problema

En el presente, existe una gran cantidad de instituciones educativas en el país, dentro de las cuales se encuentra el Instituto Universitario “Rumiñahui”, mismas que enfrentan el desafío de la falta de prácticas en materias técnicas, teniendo como consecuencia obstáculos para el desarrollo de las habilidades técnicas, mismas que los estudiantes necesitan para su futuro profesional, lo que impediría que obtengan más competencias fundamentales para un desempeño laboral correcto.

La parte teórica es importante, pero la maestría en automatización se obtiene mediante prácticas constantes y experimentación, los estudiantes no solo se permiten desarrollar la intuición técnica para diagnósticos de problemas dentro del PLC, configuraciones de un variador de frecuencia y la implementar un lazo de control PID, mediante un diagrama.

En consecuencia, se pierden ciertas oportunidades de enfrentar desafíos de la parte real, dentro de los que este el cometer errores y aprender de los mismos, habilidades que son especialmente humanas y vitales para el desarrollo de un profesional, esta deficiencia no solo tiene como límite la formación técnica de los estudiantes, sino además los deja en una posición de desventaja competitiva al cumplir su preparación académica.

El mercado laboral del presente requiere de profesionales con habilidades y competencias especializadas en el manejo de tecnologías de automatización, si los egresados no cuentan con experiencia práctica con simuladores industriales de última generación, mismos que permiten replicar el comportamiento de PLCs, HMI (Human Machine Interface) y sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), y si no han tenido la oportunidad de programar y cablear PLCs de forma física, su desempeño en el ámbito laboral se ve comprometido de cierta manera.

Esto se traduce en tiempos de adaptación en la parte industria, necesitando la capacitación adicional por parte de las empresas, para esto se ha decidido desarrollar guías prácticas que ofrecen a los estudiantes la oportunidad de aprender de mejor forma utilizando herramientas y tecnologías en la automatización industrial, logrando así que estén mejor equipados para los retos que presenta el mercado laboral y contribuyendo a una mejor calidad educativa.

-Problema científico

Considerando la creciente demanda de profesionales capacitados en automatización y control industrial, mismas que están en la era de la Industria 4.0, existe una brecha entre la formación académica y las habilidades prácticas que requiere el sector productivo.

Esto conlleva a una pregunta central: ¿Cómo se puede optimizar el proceso de aprendizaje en automatización y control industrial, para que los estudiantes adquieran las competencias técnicas y resolución de problemas necesarios en el ámbito laboral?

Esencialmente, se presenta la interrogante sobre la eficiencia de la integración sistemática de simuladores de PLCs y entornos virtuales, desconociendo en qué medida esta metodología híbrida logra compensar la escasez de laboratorios tradicionales, mejorando la retención de conocimientos y contribuyendo al pensamiento crítico.

Así también, se requiere determinar si esta integración puede restar la curva de aprendizaje y preparar a los estudiantes para los desafíos que enfrentarán dentro de la industria, superando limitaciones impuestas por la disponibilidad de equipos físicos.

-Preguntas científicas o directrices

¿En qué medida la integración de simuladores de PLCs impacta de alguna manera la adquisición y retención de habilidades prácticas y teóricas en programación y diagnóstico de sistemas de automatización industrial en estudiantes de instituciones tecnológicas?

¿Cuál es la relación entre el nivel de inmersión y realismo que ofrece los simuladores industriales y la mejora en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas complejos y tomar decisiones correctas en escenarios de control industrial, comparados con metodologías de enseñanza tradicionales?

¿De que manera influye la metodología de enseñanza que combina simuladores y prácticas con PLCs en la motivación propia, pensamiento crítico y la autoeficacia de los estudiantes para enfrentar los desafíos de la Industria, y cómo se puede cuantificar este impacto en su preparación profesional?

Objetivo general

- Optimizar el proceso de aprendizaje en el campo de la automatización y control industrial para estudiantes, mediante la integración efectiva de simuladores y la realización de guías prácticas con Controladores Lógicos Programables (PLCs), con el fin de fortalecer sus habilidades técnicas y competencias prácticas esenciales para un desempeño profesional exitoso en la Industria.

Objetivos específicos

-Objetivos específicos

- Determinar el estado del arte sobre la utilización de simuladores orientados a los PLCs con el fin de maximizar la exposición de los estudiantes a escenarios industriales reales y semi - reales en la programación y diagnóstico de sistemas de control.
- Evaluar el impacto de la integración de simuladores y prácticas con PLCs en la adquisición de habilidades técnicas específicas (como programación de PLCs, configuración de HMI y SCADA, y resolución de problemas) y en el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de diseño en los estudiantes, mediante la aplicación de pruebas de rendimiento y rúbricas de evaluación de proyectos.

- Proponer una metodología pedagógica escalable y replicable para la enseñanza de la automatización y control industrial, que optimice el uso de recursos disponibles (simuladores y limitado equipamiento físico), y que sirva como modelo para otras instituciones educativas con problemáticas similares en la formación técnica.

-Justificación.

La automatización y control industrial son considerados como pilares de la economía moderna y motores claves para el desarrollo tecnológico, especialmente dentro del contexto de la Industria 4.0, bajo este escenario, la demanda de profesionales altamente capacitados en estas áreas es creciente y muy crítica.

La carencia no es solo una deficiencia académica; es una barrera perceptible para el futuro de nuestros estudiantes, la frustración y la desmotivación pueden ser palpables, y lo que es más preocupante, se gradúan con una brecha de habilidades que los deja en desventaja al buscar empleo, para esto no se trata solo de aprender a programar un PLC; se trata de desarrollar la intuición, la confianza y la capacidad de análisis y depuración que solo la práctica ofrece.

Aquí es donde el proyecto se permite una relevancia vital, al proponer la optimización del aprendizaje mediante la integración de simuladores y prácticas con PLCs, estos simuladores no son solo herramientas; sino son laboratorios virtuales accesibles, que permiten a los estudiantes sumergirse en entornos industriales simulados, cometer errores sin consecuencias costosas y repetir procesos hasta dominarlos.

La justificación del siguiente proyecto tiene como principio su impacto transformador, en primera instancia los estudiantes, generando así una formación más completa y atractiva, que les dota de las competencias técnicas para enfrentar los desafíos del mundo laboral.

Todo este criterio no solo mejora su empleabilidad, sino que también permite su desarrollo personal y profesional, así también para la institución educativa, representa una

actualización curricular crucial, que eleva la calidad de la enseñanza y la alinea con las demandas de la industria presente en la actualidad.

Finalmente, para la sociedad y la industria local, este proyecto contribuye a formar una mano de obra más calificada y adaptada a las necesidades de la Industria, impulsando la innovación y la competitividad.

-Párrafo de cierre

En este Capítulo I, se realiza un análisis de cómo se contribuye a cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, sino que también sentará las bases para una formación técnica más completa y pertinente en el contexto actual de Sangolquí y el país.

I. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 Contextualización espacio-temporal del problema

Dentro de países latinoamericanos como lo es Ecuador, la falta de infraestructura apropiada ha causado la migración hacia los simuladores educativos. En el contexto más actual, (Pachay-Soriano; Felix, 2024) determinaron que el uso del simulador CADE SIMU en los programas de bachillerato técnico mantiene una influencia muy positiva, mejorando en gran manera las prácticas en automatización eléctrica.

De igual forma, Arroyo-Díaz et al. (2024) mostraron un sistema de simulación más viable desde el aspecto económico, que tiene un valor del 10 % en comparación con los laboratorios convencionales. Este tipo de sistemas, están basados en la tecnología ESP32, misma que permite a cada estudiante interactuar PLCs virtuales y de forma real dentro del aula de clases, lo que permite una experiencia mejor de aprendizaje y más accesible.

1.2 Bases Teóricas

El aprendizaje práctico resalta debido a un enfoque en la formación del conocimiento mediante interacciones directas con el entorno en el que se encuentran, lo que resulta importante en la formación técnica educativa (González-Nuñez, Salazar-Llanos & CancharíPreciado, 2024). Además, las ideas de personajes como Piaget y Vygotsky han transformado las propuestas de aprendizaje colaborativo en la educación superior, implicando un aprendizaje más participativo (Maza & Espinoza, 2020).

La automatización industrial tiene como fondo combinar sensores, actuadores y controladores lógicos programables (PLCs), lo cuales son esenciales para formar técnicos e ingenieros que tienen conocimientos teóricos como prácticos (Mora & Angulo, 2023). Este aspecto garantiza que los próximos profesionales tengan preparación para enfrentar los desafíos de la actualidad.

Este tipo de simuladores permiten recrear sistemas industriales complejos, teniendo como resultado un entorno controlado y seguro para que los estudiantes puedan desarrollar de mejor manera sus criterios técnicos. Esto se genera debido a que no existen riesgos de accidentes, ni costos económicos que implicaría la práctica dentro del mundo industrial (Roca García, Olaya Gil & Guartatanga Faicán, 2024).

Las nuevas tecnologías educativas, como lo es eXeLearning, permiten que la creación de contenidos intuitivos y complejos sean más accesibles para todos, esto no solo ayuda a fortalecer el aprendizaje propio, sino más bien incrementa la motivación de los estudiantes (Benítez Arrieta, 2023). Al tener para compensar el esfuerzo mediante recursos personalizados, permitiendo un enfoque más agradable y atractivo para los estudiantes.

1.3 Variables dependientes

El aprendizaje con enfoque técnico es más efectivo cuando los estudiantes desarrollan habilidades dentro del contexto práctico y cognitivo, debido a esto el aprendizaje experiencial permite que los estudiantes puedan interactuar con su entorno y desarrollar de forma correcta su conocimiento. Este aspecto tiene como finalidad que comprendan, apliquen y transfieran los principios de automatización mediante experiencias reales como virtuales (Coşkun, Kayıkcı & Gençay, 2019).

1.3.1 Desempeño en Automatización y Control

1.3.1.1 Precisión en la programación de automatismos:

La precisión que se requiere en la programación de controles automatizados requiere que el estudiante tenga la capacidad de diseñar y ejecutar secuencias lógicas mediante PLCs, reduciendo errores en temporizadores, contadores y protocolos de entrada y salida. Según Wang et al. (2020), la implementación de un laboratorio virtual de PLC con un enfoque CDIO

(Conceive–Design–Implement–Operate) no solo ayuda a reducir costos, sino también mejora de forma visible la precisión requerida en la programación. Esto debido a que proporciona retroalimentación inmediata en un entorno de educación simulada, lo que contribuye a un aprendizaje mejor.

En otro contexto, Zamora-Hernández, Rodríguez-Paz y González-Mendivil (2024) muestran un modelo educativo que permite la enseñanza de programación con PLC, integrando habilidades blandas junto con un desarrollo técnico óptimo. Este criterio al ser aplicado en un entorno más práctico, no solo ayuda a la precisión en la programación, sino también ayuda al desarrollo de trabajo en equipo mediante la comunicación y la resolución de problemas. De esta manera tienden a tener una mejor comprensión y aplicación de las secuencias lógicas como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1.

Factores que influyen en la precisión óptima en la programación de PLCs

Factor	Descripción	Impacto
Comprensión del lenguaje Ladder	Dominio del lenguaje gráfico utilizado en PLC para la lógica.	Muy alto
Experiencia práctica	Horas dedicadas a la programación en simuladores o en campo.	Alto
Conocimientos teóricos	Entendimiento de lógica secuencial y control de procesos.	Medio
Retroalimentación inmediata	Corrección rápida de errores durante la práctica.	Muy alto
Trabajo colaborativo	Intercambio de ideas y soluciones con compañeros o tutores.	Alto

Nota. Adaptado de Zhao, Li y Wang (2023).

1.3.1.2 Capacidad de análisis dentro de procesos industriales automatizados:

Para desarrollar la capacidad de analizar procesos industriales automatizados, se requiere de una competencia, permitiendo a los estudiantes evaluar el comportamiento de estos sistemas, identificando fallas y áreas para la mejora posterior, proponiendo mejores soluciones para la optimización de la producción. Según Zheng, Xie y Li (2023), el uso de plataformas de simulación, permite la captura de datos en tiempo real sobre las variables que intervienen dentro de un proceso, permitiendo un análisis más completo e identificando de ineficiencias operativas antes de la implementación en el entorno real.

Así también, Riad Uddin et al. (2023) presentan un desarrollo de esta capacidad, misma que está relacionado con la realización de laboratorios prácticos que usan PLCs reales en células de automatización. Toda esta experiencia mejora en gran manera la precisión en el análisis de variables de entrada y salida, así como en los tiempos y el rendimiento que mantiene el sistema.

Tabla 2.

Factores que apoyan a la capacidad de análisis de procesos automatizados

Elemento	Descripción	Beneficio
Simulación en Factory I/O	Entorno virtual que representa procesos industriales embotelladores, permitiendo pruebas antes de su implementación real.	Mejora el análisis sin riesgo real
Software de modelado de procesos	Herramientas que visualizan variables críticas de entrada/salida, tiempos de ciclo y protocolos de control.	Facilita la identificación de mejoras
Análisis de datos en tiempo real	Seguimiento de variables operativas para diagnóstico y optimización continua de procesos.	Permite respuestas tempranas a fallos

Nota. Adaptado de Bravo Morocho & Peñaranda (2024).

1.3.1.3 Nivel de autonomía en la ejecución de tareas técnicas:

El nivel de autosuficiencia dentro de la ejecución de tareas técnicas tiene como objetivo la capacidad del estudiante para configurar, verificar y ajustar sistemas automatizados, en gran manera de forma independiente, evaluando sistemas, diagnosticando fallas y haciendo validos los resultados sin ninguna supervisión. Esta característica se fortalece cuando los alumnos se atribuyen un grado de responsabilidad y mantienen estrategias metacognitivas, que incluyen planificación, monitoreo y autorregulación. Las mismas, estimulan su autoconfianza y eficacia en entornos técnicos con un grado alto de complejidad (Mejeh & Tanja, 2022).

Figura 1

Estudiantes trabajando de forma independiente en un laboratorio de automatización



Nota. Imagen del laboratorio Industrial Innovation Lab (Oregon State University).

1.3.2 Motivación por el aprendizaje de manera técnica

1.3.2.1 Interés en participar en prácticas y simulaciones:

Para desarrollar el interés en participar con prácticas y simulaciones indica la predisposición del estudiante hacia experiencias de aprendizaje técnicas, mismas que le permiten interactuar con procesos automatizados. Este tipo de variable está ligado a una actitud positiva que fortalece la curiosidad, la toma de decisiones propias y la búsqueda de un entorno más práctico para los estudiantes.

Dentro del área para la formación técnica, se ha comprobado que el uso de simuladores aumenta en gran manera la motivación y el compromiso del estudiante, debido a que ofrece entornos controlados donde se pueden aplicar conocimientos, sin el temor existente a cometer errores o dañar equipos reales. Según Wang et al. (2024), más del 90% de los estudiantes que tuvieron participación en entrenamientos con realidad virtual mostraron una actitud muy positiva, un mayor interés por tareas técnicas y una mejora en su participación dentro del ambiente de clases.

Tabla 3

Impacto de las simulaciones en el interés y actitud de los estudiantes

Indicador	Resultado	Comentario
Porcentaje de estudiantes motivados	90 % mostraron alto interés	La mayoría se sintió entusiasmada al usar VR en formación técnica. (researchgate.net, ervet https://ervet-journal.springeropen.com/articles/10.1186/s40461-020-00093-w?utm_source=chatgpt.com journal.springeropen.com, link.springer.com)
Nivel de aceptación de la simulación	95 % aceptaron la metodología	Se observó una amplia aprobación de la enseñanza basada en simulaciones.
Mejora en la asistencia y compromiso	Aumento significativo post-simulación	Más participación y concentrado trabajo práctico.

Nota. Adaptado de Wang et al. (2024).

1.3.2.2 Reconocimiento del valor de lo aprendido:

Para tener un contraste de la utilidad del aprendizaje, se debe impactar directamente en la motivación y el compromiso del estudiante para aplicar sus conocimientos en el entorno del trabajo. Cuando el contenido académico se considera como importante e indispensable para una visión crítica del sistema, dado este concepto se fomenta el aprendizaje relevante y la

transferencia hacia las habilidades prácticas obtenidas, lo que contribuye al mejor desempeño profesional (Puente-Aguilar, Martínez-Mercado & Hernández-Landa, 2023).

Tabla 4.

Relación entre la percepción de utilidad del aprendizaje y el desempeño futuro

Nivel de Percepción de Utilidad	Motivación para Aprender	Aplicación Práctica	Desempeño Laboral
Alto	Alta	Frecuente	Excelente
Medio	Moderada	Ocasional	Bueno
Bajo	Baja	Rara vez	Deficiente

Nota. Adaptado de Puente-Aguilar, Martínez-Mercado y Hernández-Landa (2023)

1.3.2.3 Nivel de satisfacción de las actividades prácticas:

El nivel de satisfacción en las actividades prácticas, es el reflejo de la parte propia del estudiante, cuando se trata sobre la calidad y utilidad de la experiencia educativa. Los estudios recientes muestran que los estudiantes reportan un mayor nivel de motivación, comprensión y compromiso, pero esto solo se da cuando las prácticas están contextualizadas y respaldadas por simuladores (Mandal, Azad, Rasul, & Kalam, 2024). Esta caracteriza no solo impulsa un aprendizaje más importante, sino también ayuda al desarrollo de las competencias técnicas.

1.3.3 Desarrollo de Competencias Técnicas

1.3.3.1 Interpretación de diagramas y esquemas eléctricos:

El entendimiento de los diagramas y esquemas eléctricos, es considerado un aspecto esencial para que los estudiantes puedan comprender la lógica del control y las conexiones necesarias para diseñar sistemas automatizados. Un análisis en el presente sobre el uso de Automation Studio presenta mejoras importantes en la capacidad de diseño de diagramas ladder tras el entrenamiento (Endryansyah et al., 2025). Este entorno brinda apoyo para la toma

de decisiones técnicas más seguras y eficientes, integrando herramientas de simulación manteniendo como objetivo fortalecer las habilidades de los estudiantes.

Tabla 5

Nivel de habilidades en interpretación de diagramas ladder tras uso de Automation Studio.

Habilidad evaluada	Antes del software (%)	Después del software (%)
Reconocimiento de símbolos	60 %	88 %
Comprensión de lógica de control	55 %	85 %
Traducción de esquema a diagrama físico	50 %	82 %

Nota. Adaptado de Putra (2024).

1.3.3.2 Instalación de hardware y configuración de dispositivos:

La conexión de los hardwares y la configuración de dispositivos son necesarios para que los estudiantes desarrollen habilidades en el armado de circuitos y la programación de equipos industriales. Investigaciones presentes muestran que el uso de entornos de simulación y laboratorios virtuales incrementa en gran manera la habilidad práctica y la configuración de dispositivos (Sari & Wulandari, 2023).

Tabla 6

Comparación de resultados en pretest y posttest tras uso del kit de PLC (Indonesia)

Nivel de logro	Grupo experimental (%)	Grupo control (%)
Excelente (81-100)	—	—
Satisfactorio (70-80)	20	16.67
Medio (60-69)	70	66.67
Débil (50-59)	10	16.67

Nota. Adaptado de Pratama, Azman, Zakaria & Khairudin (2022)

1.3.3.3 Diagnóstico y solución de problemas en sistemas de automatización:

La capacidad para determinar el diagnóstico y plantear soluciones de problemas en sistemas automatizados del sector industrial, es crucial para la formación de los futuros profesionales. Un análisis sobre el desarrollo de habilidades de troubleshooting en ingeniería tecnológica mostro que al implementar ejercicios de laboratorio, ayuda en gran manera el tiempo de resolución de fallas, demostrando rapidez y precisión en la identificación de errores (Diong et al., 2021). Estas habilidades permiten una mayor autonomía y eficiencia en contextos laborales reales, debido a esto se requieren integrar este tipo de ejercicios para preparar profesionales competentes.

1.3.4 Transferencia del Conocimiento a la Práctica

1.3.4.1 Capacidad de aplicación práctica dentro de contextos reales:

Después del desarrollo teórico, los estudiantes deben de tener capacidad de aplicar lo aprendido en contextos reales, debido a que esto es esencial para construir conocimientos académicos en escenarios industriales. Para la validación del mismo se determinó un estudio con estudiantes de formación educativa técnica durante visitas a plantas industriales evidenciando una manera positiva respecto a la práctica del aprendizaje de la parte teórica (Suud, Mahran, Sihar, & Kipli, 2024). Este tipo de experiencias contribuyen a la transferencia de conocimiento y las habilidades laborales hacia el mundo real. Por esto, las prácticas en campo deben ser una parte esencial dentro del perfil de los profesionales técnicos.

1.3.4.2 Relación entre contenido teórico y aplicación práctica:

Una investigación con el apoyo de futuros docentes en Turquía presento resultados que, aunque dominaban la teoría de circuitos simples, enfrentaban dificultades para replicarlos en la práctica (Bridging the Gap Study, 2022).

Esta evidencia muestra la necesidad existente para la integración práctica en el proceso de enseñanza, facilitando laboratorios que relacionen directamente la teoría con la comprensión conceptual y el desempeño técnico.

Tabla 7

Nivel de conocimientos teóricos y prácticos en circuitos eléctricos simples (Turquía, 2023)

Tipo de conocimiento	Nivel		
	alto (%)	medio (%)	bajo (%)
Teórico en circuitos	70 %	20 %	10 %
Práctico en montaje	40 %	35 %	25 %

Nota. Adaptado de Ayvacı, Bebek y Yamaçlı (2023)

1.3.4.3 Resolución de desafíos en situaciones simuladas y reales:

Para resolver problemas en entornos simulados y reales, se debe tener competencias prácticas que contribuyen al crecimiento de estudiantes de ingeniería. Un análisis reciente mostro que el uso de laboratorios virtuales contribuye de gran manera la capacidad para detectar problemas y aplicar soluciones positivas, impulsando el aprendizaje y la autonomía (Li & Liang, 2024). Estas herramientas permiten la preparación para escenarios industriales complejos, integrando teoría y práctica de mejor manera.

Tabla 8

Indicadores de habilidades de resolución en simulaciones de circuitos eléctricos.

Habilidad evaluada	Porcentaje de adopción
Descomposición de tareas	85 %
Recolección de datos	78 %
Registro de datos	80 %
Éxito en el problema	90 %

Nota. Adaptado de Aqlan & Zhao (2022).

1.4 Variables independientes

Las herramientas tecnológicas presentadas para la educación técnica han tenido una transformación actual, permitiendo a los estudiantes trabajar con entornos virtuales que simulan la realidad industrial, dentro de esto encontramos simuladores como Factory I/O y TIA Portal PLCSIM, demostrando ser perfectos para representar procesos industriales complejos (Vargas, Heradio, Donoso, & Farias, 2023). Estos conceptos no solo facilitan el aprendizaje práctico, sino también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos propios del entorno laboral.

1.4.1 Uso de simuladores dentro del proceso de enseñanza

1.4.1.1 Tipos de simuladores:

El uso de herramientas actuales como simuladores de Factory I/O junto con TIA Portal muestra un gran avance en el aprendizaje, debido a que permite a los estudiantes construir y controlar procesos industriales virtuales, como tanques de nivel, mediante PLCs reales (Ramabhadran & Ovie, 2022). Este tipo de plataformas 3D ayudan al entendimiento de la lógica de control, la configuración de parámetros y la integración de sistemas sin riesgos físicos. Esto permite reducir la brecha entre teoría y práctica, promoviendo habilidades aplicables en entornos reales de trabajo, todo este criterio se lo puede reflejar en la Tabla 9:

Tabla 9

Mejora de rendimiento tras uso de simulador PLC.

Evaluación	Media pre-test	Media post-test
Pruebas teóricas del módulo	58 %	78 %
Ejercicios prácticos (simulación)	62 %	85 %

Nota. Adaptado de Cuasito & Lopez (2025).

1.4.1.2 Grado de interacción y nivel de realismo en un entorno simulado:

Para determinar el nivel de interacción entre el realismo dentro de entornos simulados, se requiere aprendizaje y habilidades para los contextos reales. Un estudio mostro que los entornos virtuales con fidelidad gráfica, dinámica de procesos y control contribuyen a un mayor compromiso, generando una percepción de valor educativo (Edgar et al., 2022). Estos parámetros son importantes en la formación basada en simulación, siendo así el diseño correcto para los programas de automatización.

Tabla 10

Dimensiones de fidelidad que contribuyen al realismo en simuladores virtuales

Dimensión	Descripción
Gráfica	Calidad visual y detalle del entorno simulado
Funcional	Precisión en la reproducción de procesos y comportamientos
De tareas	Interacción dinámica y ejecución de actividades simuladas
Psicológica	Percepción subjetiva de “estar allí” y engaño de presencia

Nota. Adaptado de Arthur et al. (2023).

1.4.1.3 Frecuencia y duración del uso de simuladores en clase:

La frecuencia y duración adecuada de las sesiones prácticas con simuladores contribuyen a un mejor desempeño y consolidación de conocimientos en automatización industrial, los estudios recientes recomiendan la cantidad de 6 y 10 sesiones de 60 a 90 minutos para permitirse resultados en habilidades técnicas y confianza del estudiante (Paredes-Parada, 2023). Este tipo de estructura de sesiones permiten un mejor aprendizaje y una mayor preparación para enfrentar desafíos en el ámbito laboral actual.

Tabla 11

Recomendaciones de frecuencia y duración para sesiones prácticas con simuladores.

Sesiones por ciclo	Duración (minutos)	Impacto en aprendizaje
5 - 7	50 - 70	Mejoras moderadas en habilidades técnicas
8 - 10	60 - 90	Incremento significativo en retención
>10	90 - 120	Alta transferencia y confianza práctica

Nota. Adaptado de Ramírez & Torres (2022).

1.4.2 Aplicación de Prácticas con PLCs Reales

1.4.2.1 Acceso a laboratorios con equipos físicos:

La disponibilidad y calidad del equipamiento en laboratorios físicos son fundamentales para fortalecer las competencias prácticas en automatización industrial. El acceso adecuado a estos espacios no solo favorece la motivación del estudiante, sino que también facilita la transferencia efectiva de conocimientos al entorno laboral real (Idrovo Hurel & Morán Herrera, 2025). Un equipamiento adecuado permite a los estudiantes experimentar y aplicar lo aprendido, preparándolos mejor para los desafíos de la industria.

Tabla 12

Disponibilidad y utilización del equipamiento en laboratorios para la enseñanza

Tipo de equipo	Disponibilidad (%)	Utilización (%)	Comentarios relevantes
Equipos básicos de laboratorio	85%	80%	Alta disponibilidad y buen uso para prácticas
Equipos especializados	60%	55%	Disponibilidad limitada; uso ocasional
Equipos digitales y modernos	45%	40%	Bajo acceso y utilización por falta de mantenimiento

Nota. Adaptado de Piate, Archibong & George (2023).

1.4.2.2 Configuración y programación de PLCs reales:

La práctica con PLCs reales combinada con kits de entrenamiento accesibles mejora significativamente la destreza técnica de los estudiantes. En un estudio en Indonesia, con 35 alumnos, el uso de un PLC trainer elevó el puntaje promedio de competencia de 78.8 en el pretest a 88.3 en el posttest, evidenciando un avance notable en programación y configuración (Rijanto et al., 2022). Estos resultados destacan la importancia de contar con herramientas prácticas en la formación técnica para maximizar el aprendizaje y la preparación profesional.

Tabla 13

Nivel de destreza en programación y configuración de PLCs reales.

Habilidad evaluada	Porcentaje con destreza alta (%)	Observaciones relevantes
Programación básica de PLCs	80 %	Alta competencia tras acceso remoto
Programación avanzada de PLCs	65 %	Requiere más práctica
Diagnóstico de fallas de PLCs	60 %	Mejora continua

Nota. Adaptado de Pek & Acikgoz (2021).

1.4.2.3 Resolución de fallas y problemas técnicos en prácticas reales:

La exposición a errores reales en entornos educativos mediante aprendizaje basado en problemas (ABP) potencia la capacidad de diagnóstico y corrección técnica. Barbieri et al. (2020) muestran que al enfrentar casos reales de fallos dentro de un laboratorio, los estudiantes aplicaron estrategias para resolución de esos problemas, para esto se formula una hipótesis, misma que debe ser validada, mejorando significativamente su autonomía técnica.

Tabla 14

Estrategias comunes en resolución de fallas técnicas en laboratorios reales.

Estrategia aplicada	Porcentaje de estudiantes que la aplican (%)
Observación de síntomas	88 %
Formulación de hipótesis	76 %
Verificación mediante multímetro	82 %
Confirmación con prueba funcional	79 %

Nota. Adaptado de Van De Bogart, Dounas-Frazer & Lewandowski (2017).

1.4.3 Diseño del enfoque pedagógico del docente

1.4.3.1 Planificación y secuencia pedagógica para contenidos prácticos:

Una planificación curricular que tiene como preámbulo una secuencia bien estructurada, donde los contenidos prácticos se complementan de forma gradual y basada en el desarrollo de habilidades, potenciando el apego de habilidades técnicas. Alemani (2024) describió un laboratorio, mismo que integra objetivos de aprendizaje, actividades específicas y rúbricas de evaluación, implementados todos por etapas de forma escalonada. Esto logró una mejora en habilidades experimentales propios de los estudiantes, mostrando la importancia de una estructura coherente y progresiva para la formación correcta dentro del ámbito técnico.

Tabla 15

Etapas de la secuencia pedagógica en laboratorios escalonados.

Etapas	Contenido/práctica	Objetivo de aprendizaje
Etapas 1	Mediciones y uso de instrumentos	Dominar técnicas básicas de medición
Etapas 2	Ensayo de procedimientos sencillos	Introducir conceptos de control y precisión
Etapas 3	Diseño de experimentos propios	Fomentar autonomía y pensamiento crítico
Etapas 4	Evaluación con rúbrica específica	Consolidar habilidades complejas

Nota. Adaptado de Alemani (2024).

1.4.3.2 Enfoque metodológico:

El aprendizaje que tiene como cimientos proyectos ABP, permite que los estudiantes desarrollen creatividad, autonomía y habilidades técnicas al trabajar en tareas reales con PLCs. Un estudio realizado en Indonesia sobre un PLC Trainer, dentro de un curso técnico mostró que al implementar ABP, la creatividad de los estudiantes incremento un N-gain de 0.60 y la autonomía con 0.55. Reflejando un enfoque pedagógico centrado en el estudiante, resaltando la eficacia del ABP en la formación propia de técnicos.

Tabla 16

Beneficios del aprendizaje activo vs. tradicional en formación técnica.

Indicador evaluado	ABP (Promedio %)	Enfoque tradicional (Promedio %)
Participación del estudiante	85 %	65 %
Retención de conceptos	80 %	60 %
Habilidades de resolución	82 %	58 %
Autonomía técnica	78 %	55 %

Nota. Adaptado de Álvarez Ariza (2024).

1.4.3.3 Estrategias de evaluación del desempeño dentro de la práctica:

Para este tipo de evaluaciones, el desempeño práctico en ingeniería y automatización se fortalece mediante el uso de instrumentos adaptados a las actividades reales. Una base sobre la que se constituye es un sistema híbrido que combina pruebas teóricas y actividades de laboratorio, asignando un peso equilibrado (por ejemplo, 35 % de laboratorio), lo que permite medir con precisión el rendimiento de habilidades técnicas (Sánchez et al., 2021). Este tipo de diseño promueve valoraciones justas y multidimensionales de logros estudiantiles, asegurando que se reconozcan el conocimiento teórico como las habilidades prácticas.

Tabla 17

Instrumentos utilizados para evaluar desempeño práctico.

Instrumento	Descripción	Peso en la nota final
Quizzes	Evaluación rápida de conceptos aplicados	20 %
Tests acumulativos	Combinación de múltiples temas teóricos	45 %
Actividades de laboratorio	Prácticas experimentales con PLCs y sistemas físicos	35 %

Nota. Adaptado de Sánchez, Pérez & Gómez (2021).

1.4.4 Articulación entre simulación y práctica real

1.4.4.1 Coordinación entre tareas virtuales y prácticas reales:

La coordinación pedagógica de entornos virtuales y laboratorios físicos permite el fortalecimiento del aprendizaje en ingeniería, combinando flexibilidad con experiencia práctica, esto está reflejado mediante estudios sobre laboratorios remotos para la enseñanza de control reportando ciertas asignaciones estructuradas, que incluyen actividades virtuales, encuentros de forma personal y retroalimentación constante, lo que permite el mejoramiento y la transferencia de habilidades (Coutinho, Magana & Dias, 2023).

Tabla 18

Comparación de rendimiento: laboratorio virtual vs. laboratorio físico.

Métrica evaluada	Solo físico	Físico + virtual (blend)
Engagement (frecuencia de uso)	5 sesiones	8 sesiones
Retención de conocimientos (pre/post)	+15 %	+25 %
Habilidad técnica en laboratorio	Media	Alta

Nota. Adaptado de Kebande (2024).

1.4.4.2 Paso del entorno simulado al entorno físico:

Cuando los estudiantes combinan laboratorios virtuales y físicos, se impulsa una transición del conocimiento simulado al entorno real, esto es reforzado mediante estudios en laboratorios remotos de ingeniería, mostrando que aquellos repetían las prácticas virtuales antes del día de clases presencial, esto mejora alrededor de un 200 % en la comprensión de conceptos, mostrando una fluidez en la aplicación práctica (Coutinho, Magana & Dias, 2021). Este tipo de metodología presenta cierta importancia en la preparación previa para optimizar el aprendizaje en entornos físicos de trabajo.

Tabla 19

Comparativa de efectividad: ambiente virtual -físico.

Métrica evaluada	Solo físico	Modelo combinado (virtual + físico)
Tamaño del efecto (Hedges' g) en rendimiento	0.50	0.69
Mediación de motivación y compromiso (% incremento)	—	3.571

Nota. Adaptado de Li & Liang (2024).

1.4.4.3 Valoración del estudiante respecto a la relación entre teoría y práctica:

La valoración de los estudiantes es de gran relevancia para validar la conexión entre teoría y práctica, esto debido a que se encontró en un estudio sobre enfoques social y constructivo en ingeniería, mismo que reveló que los estudiantes valoran las actividades centradas, mismas que promueven la reflexión crítica, relacionando los conceptos teóricos con la aplicación práctica de las mismas (Nguyen et al., 2023). Este tipo de conexión no solo mejora la comprensión, sino además permite fomentar un aprendizaje significativo y relevante en el campo de la ingeniería.

Tabla 20

Opiniones estudiantiles sobre la efectividad del método en laboratorio

Aspecto evaluado	Método tradicional	Enfoque constructivista + experiencial
Calidad de la conexión teoría-práctica	62 %	85 %
Satisfacción del estudiante	68 %	88 %
Desarrollo de habilidades críticas	55 %	80 %

Nota. Adaptado de Chen & Wang (2022).

1.5 Relación entre variables dentro del proyecto

El proyecto mantiene una estructura articulada mediante una red con relaciones funcionales entre variables independientes y dependientes, estas al estar en conjunto permiten mejorar la formación técnica en automatización y control industrial, estas variables independientes, como lo son el uso de simuladores, prácticas con PLCs reales, el diseño didáctico del docente y la integración entre simulación y realidad, actúan netamente como estrategias pedagógicas que influyen directamente en las variables dependientes, así como el desempeño técnico, motivación y la transferencia del conocimiento.

La integración de simuladores dentro de las prácticas con PLCs y una plataforma interactiva como eXeLearning busca mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes, esta relación permite que los estudiantes no solo comprendan la teoría, sino que la apliquen de forma práctica y más relevante.

Bajo este criterio, el uso de simuladores permite a los estudiantes manejar sistemas automatizados en un entorno seguro, mejorando la programación, análisis de procesos y capacidad para resolver desafíos sin riesgos de seguridad ni riesgos económicos. Cuando las simulaciones se complementan con prácticas reales, el estudiante construye sus habilidades prácticas y logra trasladar sus conocimientos teóricos a entornos de trabajo reales.

De igual forma, el diseño pedagógico tiene influencia, debido a que una adecuada planificación de actividades prácticas, junto con metodologías para el aprendizaje basado en proyectos ABP y evaluaciones contextualizadas, presentan cierto grado de incrementación en la motivación del estudiante y su nivel de participación, traduciendo una mejora considerable en la adquisición de habilidades técnicas, como la interpretación de diagramas, conexión de hardware, diagnóstico de fallas y ejecución de tareas de partes automatizadas.

En consecuencia, tenemos que la integración entre simulación virtual y práctica real permite un paso del conocimiento desde la parte teórica hasta la parte práctica, para esto la coordinación entre estos entornos permite este tipo de conexión, incrementando la comprensión, la retención y la empleabilidad del estudiante.

II. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Enfoque metodológico de la investigación

El estudio sobre la "Optimización del Aprendizaje en Automatización y Control Industrial a Través de la Integración de Simuladores y Prácticas con PLCs" adoptará un enfoque mixto, mismo que se fundamenta en la necesidad de comprender tanto la efectividad cuantitativa de la integración de simuladores y PLCs, como las percepciones cualitativas de los estudiantes y docentes respecto a este tipo de metodología.

Desde la parte cuantitativa, se medirán variables como el rendimiento académico de los estudiantes en las asignaturas de Control de Procesos, la retención de conocimientos y la capacidad óptima en la resolución de problemas técnicos, teniendo como resultado la comparación de grupos de control y experimentales, siendo usadas evaluaciones estandarizadas y seguimiento de los progresos.

Dentro del tema cualitativo, se tiene como enfoque explorar las experiencias, actitudes y percepciones de los participantes, mediante entrevistas, grupos focales y encuestas abiertas, se indagará sobre su nivel de aprendizaje, la claridad de los conceptos aprendidos, la aplicabilidad de los conocimientos a situaciones reales y las posibles dificultades encontradas, este tipo de información permitirá entender el "porqué" detrás de los números, identificando los factores que faciliten o dificulten el proceso de aprendizaje, brindando una visión más humana y completa de la experiencia educativa; al combinar ambos enfoques se proporciona una comprensión completa y multidimensional de la optimización del aprendizaje en este campo de gran importancia.

2.2 Población y muestra

Para el presente estudio de optimización del aprendizaje en el Instituto Universitario Rumiñahui, las unidades del mismo determinan como los estudiantes de tercer nivel académico de Tecnología Superior en Electricidad comprenden el Control de Procesos Industriales, esto se justifica por varias razones fundamentales:

En primera instancia, los estudiantes representan el grupo objetivo directo de la investigación, ya que son quienes están inmersos en la formación específica que busca optimizarse, su nivel académico (tercer nivel de tecnología superior) indica que tienen una base de conocimientos técnicos relevante y están en una etapa crucial de su formación, donde la integración de herramientas prácticas como simuladores y PLCs puede tener un impacto real en el desarrollo profesional.

El criterio muestral será de tipo no probabilístico por conveniencia, lo que significa que se seleccionarán a los estudiantes que estén disponibles y que cumplan con los criterios de inclusión establecidos, siendo estudiantes activos del tercer nivel de la Carrera en Electricidad (Total 22 estudiantes). La justificación de este criterio radica en la accesibilidad y la viabilidad operativa del estudio dentro del contexto institucional. Dado que el estudio se enfoca en una institución y un programa específico, la muestra por conveniencia permite trabajar directamente con la población disponible, facilitando la implementación de las intervenciones y la recolección de datos.

Si bien este tipo de muestreo puede limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones, para los fines de este estudio exploratorio y de mejora interna, es el más adecuado y eficiente, permitiendo obtener información valiosa y aplicable directamente al contexto del Instituto Universitario Rumiñahui.

Población

La población de estudiantes registrados en el periodo académico Abril – Agosto 2025 en la Carrera de Electricidad del Tercer nivel académico son un total de 22 estudiantes como se muestra en la Fig.1.



Fig. 1 Estudiantes de Control de Procesos

Formula:

$$n = \frac{N^2 \cdot Z^2 \cdot \frac{p \cdot q}{e}}{2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot \frac{p \cdot q}{e}}$$

n= tamaño de muestra buscado

N= tamaño de la población o universo

Z= parámetro estadístico que depende el nivel de confianza
 p= probabilidad que ocurra el evento
 q= probabilidad que no ocurra el evento
 e= error de estimación máximo aceptado

Muestra

Una muestra es un subconjunto representativo de una población más grande, seleccionado para realizar estudios, análisis o experimentos. Su propósito es obtener información y sacar conclusiones válidas sobre la población completa, sin tener que examinar a cada uno de sus elementos.

Por lo tanto, la muestra que se ha tomado para el desarrollo del trabajo es considerar a los estudiantes de Tercer nivel que tienen la asignatura de Control de Procesos obteniendo como resultado la aplicación de 21 encuestas dependiendo la asistencia de los estudiantes.



Tamaño de la población	Nivel de confianza (%)	Margen de error (%)
21	95	5
Tamaño de la muestra		
21		

Fig. 2 Muestra - Control de Procesos

Link de la calculadora en línea:

- <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

2.3 Instrumentos

Para el desarrollo del trabajo se hace necesario utilizar la encuesta que es un método de investigación sistemático que busca recopilar información de un grupo de personas, generalmente una muestra representativa de una población más grande. Se lleva a cabo a través de un cuestionario, que es un conjunto estructurado de preguntas diseñadas para obtener datos específicos.

Su principal objetivo es conocer opiniones, actitudes, comportamientos, características o percepciones sobre un tema determinado en este caso el uso de simuladores para una mejor comprensión de la asignatura de Control de Procesos.

En este caso se utiliza el formato en línea para la investigación en el ámbito académico y una vez finalizado poder evidenciar el rendimiento con uso de análisis estadístico como se indica en la Fig. 3.

Link de la encuesta aplicada:

•

<https://docs.google.com/forms/d/10g0AZRtIJ9R6AD7MjeaeNWH5zQpVx7jyWn58npJ5To/edit?ts=685f238a>



Fig. 3 Encuesta - diagnóstico

2.4 Análisis e interpretación de resultados del diagnóstico

La encuesta desarrollada para el diagnóstico lleva por tema: “SIMULADORES Y PRÁCTICAS CON PLCs PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL” esta enfocada a los estudiantes de la Carrera en Electricidad que pertenecen al tercer nivel académico. Para esto se realizó un total de 10 preguntas que tienen un contexto teórico – práctico.

Pregunta 1

En la Fig.4. se muestra el nivel de conocimiento sobre automatización y control industrial. La mayoría de los encuestados, un 44.4% (8 personas), tienen Poco conocimiento. Le sigue de cerca un 38.9% (7 personas) con Algo de conocimiento. Solo un 5.6% (1 persona) conoce Mucho, mientras que un 11.1% (2 personas) no sabe Nada.

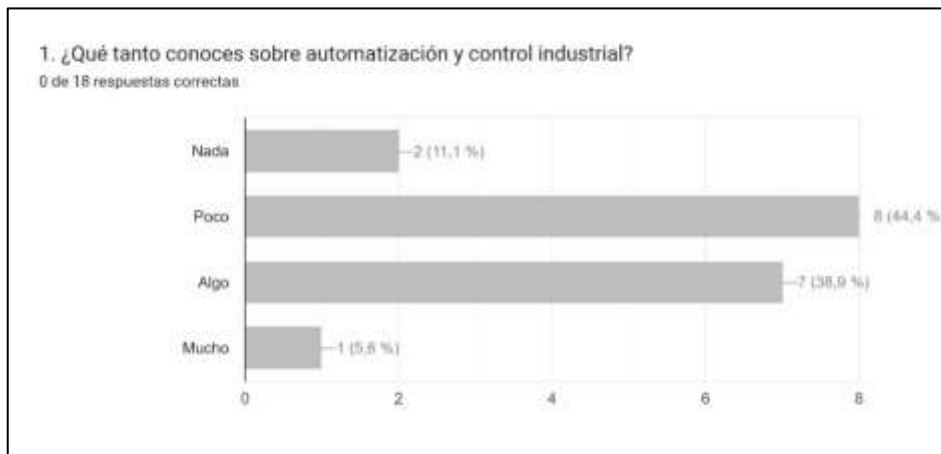


Fig. 4 Pregunta 1

Pregunta 2

En la Fig. 5. se revela que una abrumadora mayoría de los encuestados, 16 de 18 (88.9%), Sí han escuchado hablar sobre PLCs (Controladores Lógicos Programables). En contraste, solo 2 personas (11.1%) respondieron que No. Esto sugiere un alto nivel de familiaridad con los PLCs entre los participantes.

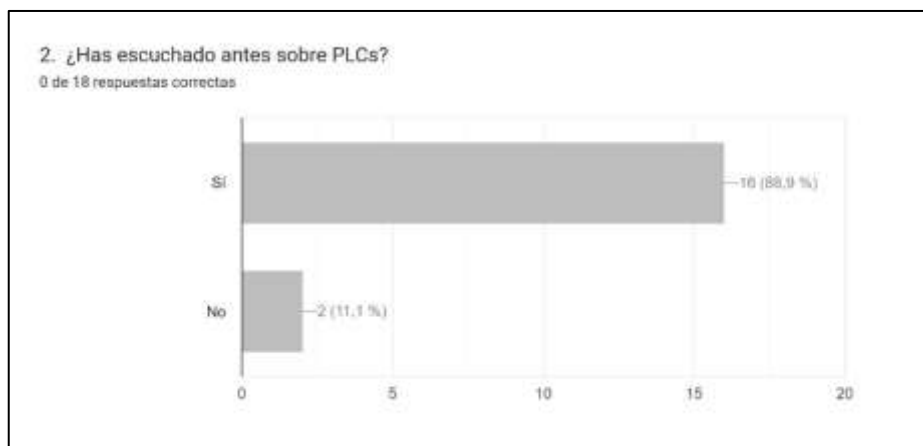
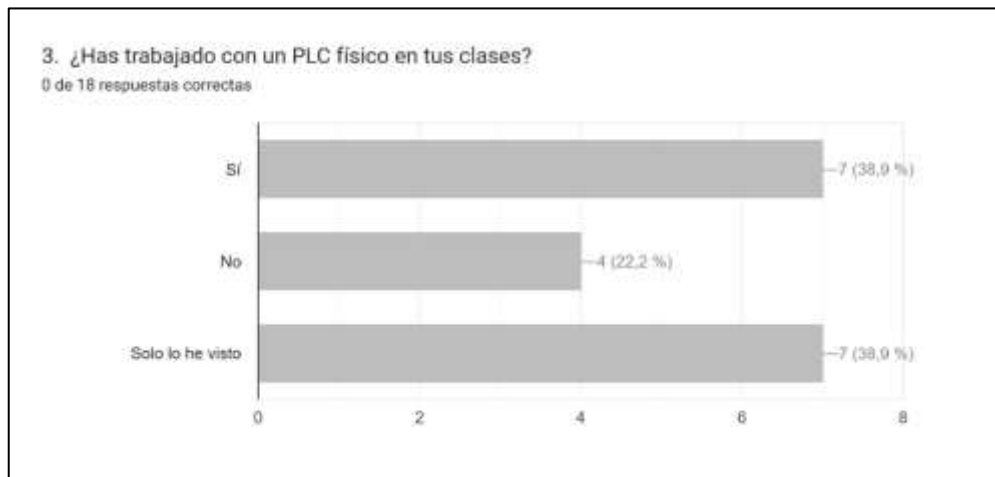


Fig. 5 Pregunta 2

3

En la Fig. 6. se muestra que el 38.9% (7 personas) de los encuestados Sí han trabajado con un PLC físico en clases, un porcentaje idéntico al que Solo lo ha visto. Por otro lado, el 22.2% (4 personas) No ha trabajado con un PLC físico. Esto indica una división entre la experiencia práctica y la observación.

*Fig. 6 Pregunta 3*

Pregunta 4

En la Fig. 7. se muestra una división equitativa en el conocimiento sobre simuladores de PLC o automatización. El 50% (9 personas) afirma Sí saber qué son, mientras que el otro 50% (9 personas) No está seguro. Es notable que ningún encuestado respondió directamente que No lo sabe.

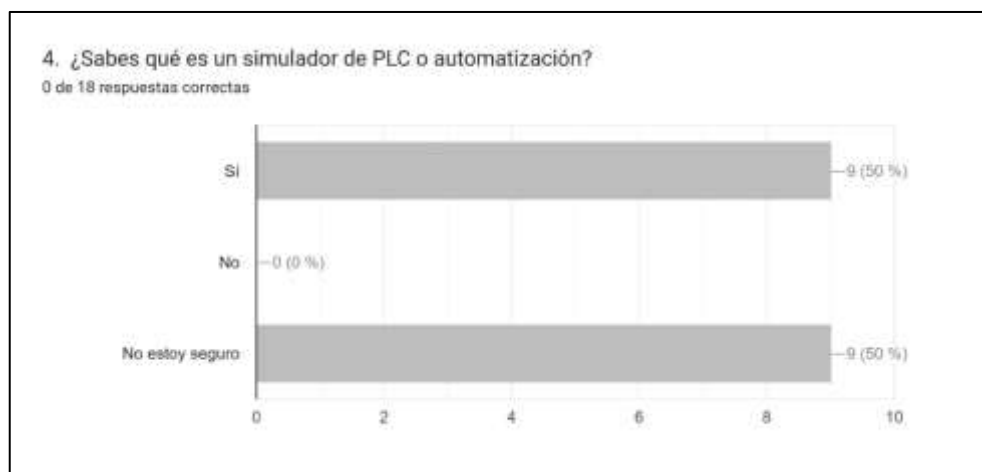


Fig. 7 Pregunta 4

5

La Fig. 9 revela una percepción abrumadoramente positiva sobre el uso de simuladores en clases. Un contundente 83.3% (15 personas) considera que sería Muy útil. Un 11.1% (2 personas) lo ve Útil, y solo un 5.6% (1 persona) lo considera Poco Útil. Nadie lo ve inútil.

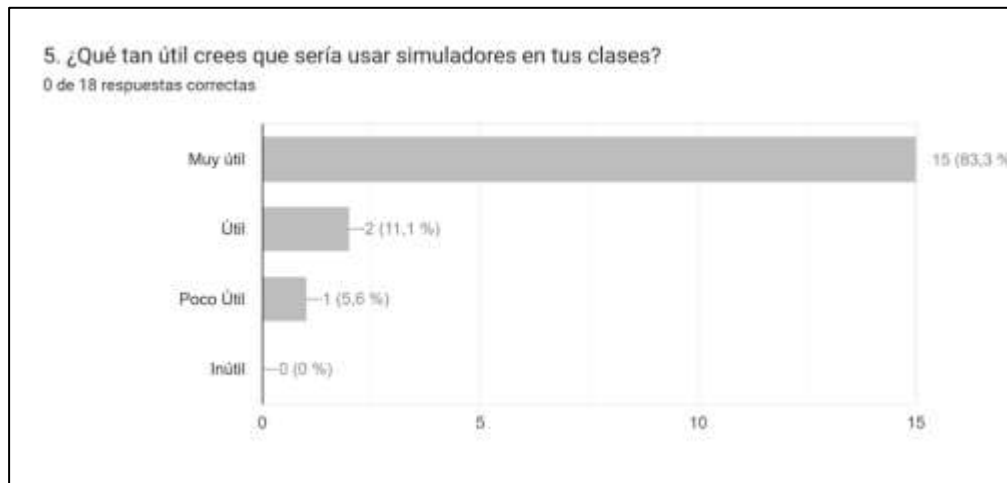


Fig. 8 Pregunta 5

Pregunta 6

La Fig. 9 muestra que la expectativa principal al usar simuladores de automatización es Resolver problemas prácticos, con un 61.1% (11 personas). Le sigue Prepararme para el trabajo, con un 27.8% (5 personas). Solo un 11.1% (2 personas) busca Aplicar teoría, indicando una fuerte orientación hacia habilidades.

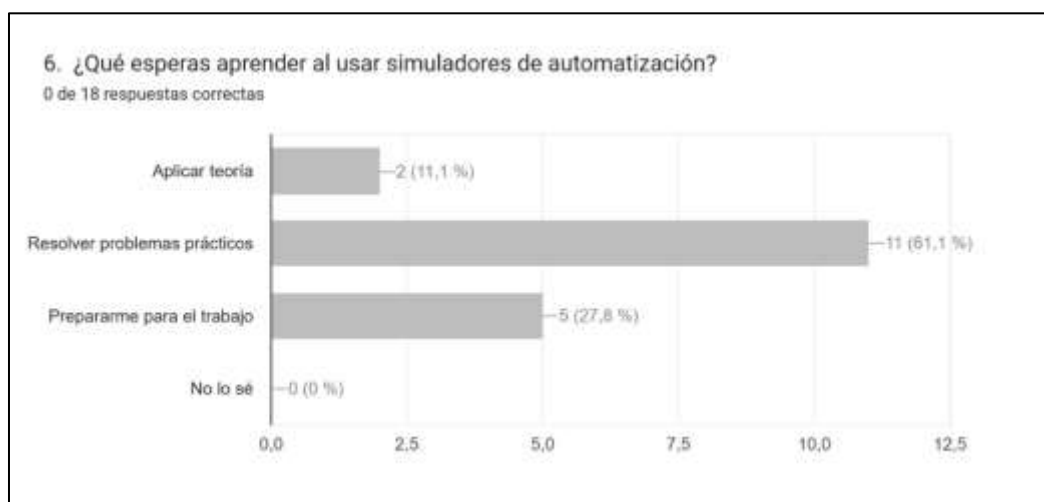


Fig. 9 Pregunta 6

7

La Fig. 10 indica que la vasta mayoría de los encuestados, un 83.3% (15 personas), cree firmemente que una clase práctica con simulador es más interesante que solo teoría. Un 16.7% (3 personas) opina que "Depende del tema", mientras que nadie considera que no sea más interesante. La preferencia por la práctica es clara.

*Fig. 10 Pregunta 7***Pregunta 8**

En la Fig. 11 muestra un alto interés general por aprender automatización y control industrial. Un 44.4% (8 personas) califican su interés como Muy alto, y un 33.3% (6 personas) como Alto. El 22.2% (4 personas) tiene un interés Medio, mientras que nadie reporta un interés bajo, indicando una motivación considerable.

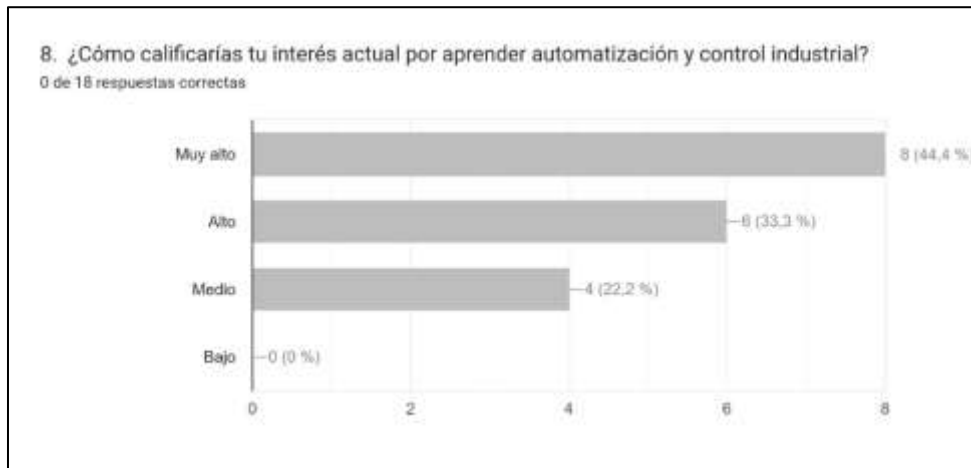


Fig. 11 Pregunta 8

9

En la Fig. 12 indica claramente que la principal carencia percibida en las clases actuales para aprender automatización es Más práctica, señalada por un abrumador 77.8% (14 personas). Le sigue "Mejor explicación" con un 16.7% (3 personas) y "Uso de tecnología" con un 5.6% (1 persona). La necesidad de aplicación es evidente.

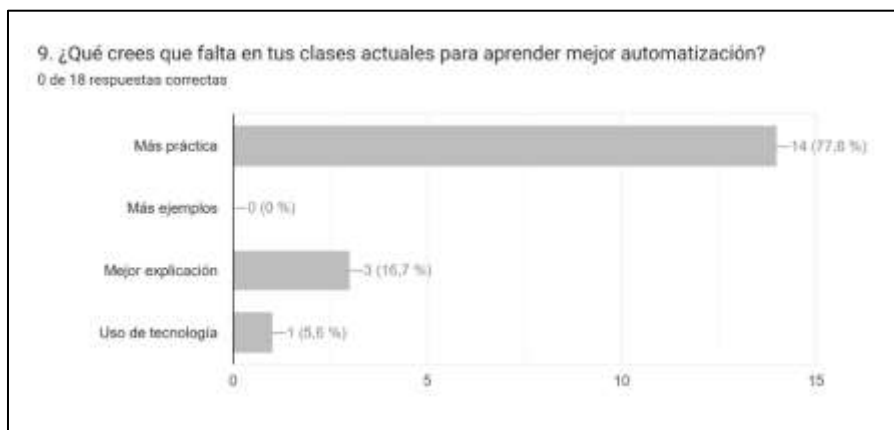


Fig. 12 Pregunta 9

Pregunta 10

En la Fig. 13 muestra un fuerte deseo de integrar herramientas prácticas en las clases. Un 77.8% (14 personas) desea mucho que las clases incluyan simuladores y PLCs reales. Un 16.7% (3 personas) también lo desea "un poco", y solo una persona (5.6%) no lo desea. La preferencia por la práctica real es muy alta.

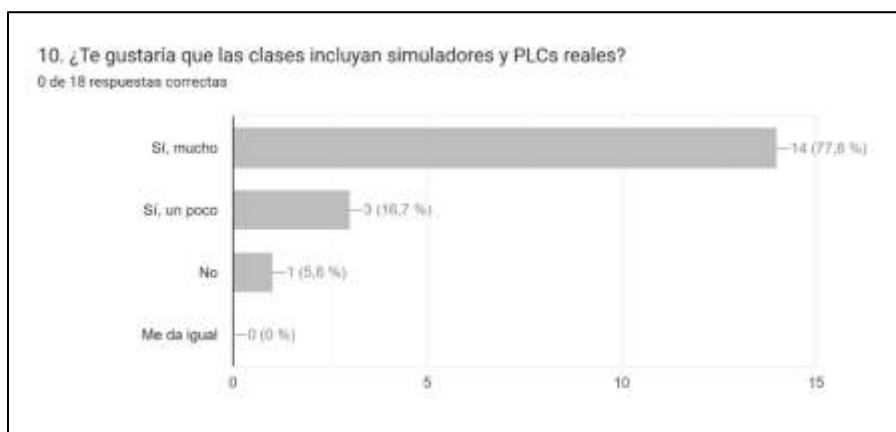


Fig. 13 Pregunta 10

III. CAPÍTULO III: PROPUESTA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Fundamentos de la propuesta

3.1.1 Tema 1: INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL Y PROCESOS DE CONTROL

3.1.1.1 Subtema 1: Instrumentación Industrial

El estudio de los procesos e instrumentación industrial es fundamental para la comprensión y optimización de las operaciones dentro de las industrias manufactureras y de producción. Esta disciplina abarca el diseño, análisis y control de los sistemas que convierten materias primas en productos terminados, asegurando eficiencia, calidad y seguridad. La instrumentación industrial, que incluye sensores, controladores y actuadores, es esencial para monitorear y regular variables críticas como temperatura, presión y flujo, permitiendo un control preciso y automático de los procesos. La combinación de conocimientos en procesos y el uso adecuado de la instrumentación no solo mejora el rendimiento de las plantas industriales, sino que también contribuye a la sostenibilidad y reducción de costos operativos.

3.1.1.2 Subtema 2: Características y tipos de Procesos Industriales

Los procesos industriales se caracterizan por la transformación de materias primas en productos terminados mediante una serie de operaciones controladas. Pueden ser continuos, discontinuos o combinados, según la naturaleza de la producción. Los procesos continuos funcionan sin interrupción, como en la industria petroquímica, mientras que los procesos por lotes se detienen al final del ciclo de producción, como en la fabricación farmacéutica. Entre los subtemas de tipos de procesos industriales se pueden tener a:

- Procesos continuos.
- Procesos por lotes.
- Procesos híbridos.

3.1.1.3 Subtema 3: Fases de un proceso industrial.

Un proceso industrial típico consta de varias etapas principales: adquisición y preparación de materias primas, manipulación o procesamiento, control de calidad y embalaje final.

Estas etapas aseguran que el producto se produzca de manera eficiente y cumpla con los estándares de calidad. Entre los subtemas de fases de procesos industriales se pueden tener a:

- Preparación de materias primas.
- Transformación y procesamiento.
- Control de calidad.
- Embalaje y distribución.

3.1.1.4 Subtema 4: Modelo Estructural y Niveles de un sistema automático.

La automatización industrial se estructura en varios niveles: nivel de campo, incluidos sensores y actuadores; nivel de control, incluido el controlador lógico programable (PLC) y el sistema de monitoreo; y el nivel gerencial, donde se integran sistemas de información y toma de decisiones para operaciones eficientes. Entre los subtemas del modelo estructural de un proceso industrial se pueden tener a:

- Nivel de campo.
- Nivel de control.
- Nivel de gestión.
- Integración de sistemas automáticos.

3.1.1.5 Subtema 5: Elementos primarios, secundarios y terciarios en Instrumentación Industrial.

En la instrumentación industrial, los componentes o elementos primarios son dispositivos que miden directamente una variable de proceso, como los sensores.

Los elementos secundarios convierten la señal de medición a un formato utilizable, como los transmisores, y los elementos terciarios son los que realizan acciones de control, como los actuadores. Entre los subtemas de instrumentación industrial se pueden tener a:

- Sensores (elementos primarios).
- Transmisores (elementos secundarios).
- Actuadores (elementos terciarios).

3.1.1.6 Subtema 6: Características y ejemplos de sensores, transmisores y actuadores industriales.

El sensor detecta cambios en las variables del proceso (como temperatura o presión), el transmisor envía esta información al sistema de control y el actuador responde ajustando las variables del proceso.

Los procesos industriales incluyen sensores de variables de proceso, transmisores y válvulas de accionamiento. Entre los subtemas de sensores, transmisores, convertidores y actuadores industriales se pueden tener a:

- Sensores de temperatura, presión, flujo, y nivel entre otros.
- Transmisores de señales
- Convertidor de I/P y P/I
- Actuadores neumáticos y eléctricos.

3.1.1.7 Subtema 7: Simbología ISA y Diagramas P&ID.

La simbología de la Sociedad Internacional de Automatización (ISA) es un estándar que se utiliza para representar equipos de medición y control en diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID).

Estos diagramas muestran en detalle el diseño y funcionamiento de los sistemas industriales. Entre los subtemas de diagramas PID se pueden tener a:

- Símbolos ISA para sensores, válvulas y controladores.

- Lectura e interpretación de P&ID.

3.1.2 Tema 2: SISTEMAS DE CONTROL Y TABLEROS DE CONTROL

3.1.2.1 Subtema 1: Conceptos y variables utilizados en lazos de control

Un circuito de control es un sistema cerrado que regula una variable de proceso (como temperatura, presión o flujo) mediante la operación de un controlador, ajustando los elementos del proceso para mantener las condiciones deseadas. Las principales variables en el lazo de control incluyen la variable controlada, la señal de error, la variable de control y la señal de referencia o setpoint. Entre los subtemas de lazos de control se pueden tener a:

- Variable controlada y manipulada.
- Señal de error y de referencia.
- Perturbación

3.1.2.2 Subtema 2: Diferencias entre lazo abierto y cerrado de control

En un lazo abierto de control, no hay retroalimentación; el sistema realiza una acción sin comprobar si se ha alcanzado o no la variable deseada. En cambio, un lazo cerrado utiliza retroalimentación para ajustar continuamente las variables del proceso, asegurando la precisión y corrigiendo errores. Entre los subtemas de lazo abierto y cerrado se pueden tener a:

- Retroalimentación en lazos cerrados.
- Eficiencia y precisión en lazos cerrados vs. abiertos.
- Aplicaciones en procesos industriales de lazo abierto y cerrado.

3.1.2.3 Subtema 3: Elementos de mando, señalización, protección y maniobras.

Los elementos de maniobra permiten enviar al sistema de control ordenes al sistema algunos ejemplos son: botones, interruptores, selectores, etc. Los elementos de señalización indican el estado del sistema mediante luces indicadoras o señales auditivas. Los elementos

de protección evitan sobrecargas y averías mediante fusibles, termo magnéticos, etc.; y los elementos de mando que controlan la activación de potencia hacia las maquinas en los procesos, entre estos elementos podemos encontrar a los relés, contactores, variadores de velocidad y arrancadores suaves. Entre los subtemas de elementos señalización, protección y maniobras se pueden tener a:

- Dispositivos de mando y maniobra.
- Señalización y alertas.
- Protección contra sobrecargas, cortocircuitos, sobrevoltajes, etc.

3.1.2.4 Subtema 4: Diagramas de estado, flujo y bloques.

Los diagramas de estado muestran las posibles condiciones de un sistema y las transiciones entre ellas, los diagramas de flujo muestran la secuencia lógica de operaciones y los diagramas de bloques dividen el sistema en componentes principales, mostrando su interacción. Entre los subtemas de tipos de diagramas se pueden tener a:

- Simbología de Diagramas de flujo.
- Transiciones y estados en Diagramas de estado.
- Representación simplificada con diagramas de bloques de lazos de control.

3.1.2.5 Subtema 5: Tipos de tableros de control.

Existen varios tipos de tableros de control, tales como los tableros de control manual, automático, de supervisión y programables (PLC). Cada aplicación tiene requerimientos específicos, adaptados a las necesidades de control y automatización en la industria. Entre los subtemas de tipos de tableros de control se pueden tener a:

- Tableros de control de motores, de variadores de velocidad o de arrancadores.
- Tableros de PLCs y supervisión.
- Tableros de Computadores industriales.

3.1.2.6 Subtema 6: Partes de un tablero de control.

Los paneles de control incluyen elementos fundamentales como doble fondo, borneras, canaletas, terminales, indicadores de señalización y etiquetaje, y dispositivos de protección.

Estos componentes posibilitan el armado de un tablero de control en los procesos industriales.

Entre los subtemas de partes de las partes de un tablero de control se pueden tener a:

- Borneras.
- Etiquetas.
- Cuerpo, doble fondo y puertas.

3.1.2.7 Subtema 7: Tableros de protección, distribución, CCM y automatización.

Los tableros de protección resguardan contra fallos eléctricos, mientras que los tableros de distribución regulan la distribución de energía. Los Centros de Control de Motores (CCM) supervisan el funcionamiento de motores eléctricos y los tableros de automatización posibilitan el control de procesos a través de PLCs. Entre los subtemas de partes de tableros de automatización, protección y CCM se pueden tener a:

- Tableros de protección eléctrica.
- Centros de Control de Motores (CCM).
- Tableros de Automatización de procesos industriales.

3.1.2.8 Subtema 8: Mantenimiento de tableros de control.

El mantenimiento de los tableros de control comprende inspecciones regulares, limpieza, ajustes de componentes, pruebas de funcionamiento y sustitución de piezas defectuosas. Esto garantiza un funcionamiento seguro, continuo y eficiente de los sistemas automatizados. Entre los subtemas de partes de mantenimiento de tableros de control se pueden tener a:

- Inspección y limpieza de tableros.
- Revisión de conexiones y componentes.
- Pruebas de funcionamiento y ajuste.

3.1.3 Tema 3: EQUIPOS, CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLCS)

3.1.3.1 Subtema 1: Partes y energización de PLCs.

Los Controladores Lógicos Programables (PLCs) se componen de varias partes básicas: la Unidad Central de Procesamiento (CPU), módulos de entrada y salida (I/O), fuente de alimentación y módulos de comunicación. La energización de un PLC requiere la correcta conexión de la fuente de alimentación, ya sea de corriente alterna o directa, para suministrar energía a la CPU y los módulos de I/O. Entre los subtemas de PLCs se pueden tener a:

- Unidad central de procesamiento (CPU).
- Unidad de Fuente de alimentación.
- Módulos de entradas y salidas.
- Módulos de Comunicación y redes.

3.1.3.2 Subtema 2: Conexión eléctrico de entradas y salidas digitales

Las entradas digitales reciben señales binarias (encendido/apagado) de sensores, interruptores y/o botones, mientras que las salidas digitales activan dispositivos como relés o luces indicadoras. El cableado debe asegurar la correcta conexión de las señales al PLC. Entre los subtemas de conexionado de entradas y salidas digitales se pueden tener a:

- Conexión de Entradas digitales (sensores, pulsadores).
- Conexión de Salidas digitales (relés, luces).

- Esquemas de cableado.

3.1.3.3 Subtema 3: Conexión eléctrico de entradas y salidas analógicas.

Las entradas analógicas son utilizadas para medir variables continuas, como temperatura, presión, etc., mediante sensores. Por otro lado, las salidas analógicas se emplean para controlar dispositivos, como variadores de velocidad, servo válvulas, controladores de potencia, etc. Entre los subtemas de conexión de entradas y salidas analógicas se pueden tener a:

- Conexión de Entradas analógicas (transductores, sensores).
- Conexión de Salidas analógicas (variadores de velocidad, servo válvulas).
- Acondicionamiento de señales y escalamiento.

3.1.3.4 Subtema 4: Módulos de expansión.

Los módulos de expansión amplían la capacidad de un PLC al añadir más entradas y salidas digitales o analógicas o protocolos de comunicación. Estos módulos son beneficiosos para ampliar la cantidad de señales en el sistema sin necesidad de modificar el PLC principal.

Entre los subtemas de módulos de expansión de PLCs se pueden tener a:

- Tipos de módulos de expansión.
- Conexión de módulos de Ampliación de entradas y salidas.
- Configuración de módulos de expansión.

3.1.3.5 Subtema 5: Partes y manejo de software de programación.

El software de programación de PLC incluye herramientas para desarrollar, simular y descargar programas.

Sus componentes principales son: un editor de programas con diferentes lenguajes como diagramas de contactos o diagramas de bloques de funciones, una herramienta de simulación y de diagnóstico y monitoreo. Entre los subtemas de software de programación se pueden tener a:

- Lenguaje de Diagrama de contactos

- Lenguaje de Diagrama de bloques de funciones.
- Simulación de programas.
- Diagnóstico de errores de errores de programación.

3.1.3.6 Subtema 6: Uso de bloques de memoria.

Los bloques de memoria se emplean en el PLC para almacenar datos temporales. Esto abarca las variables internas, los estados de entrada/salida y los datos de proceso que el sistema debe almacenar durante su ejecución. Entre los subtemas de bloques de memoria se pueden tener a:

- Bloques de memoria digitales
- Bloques de memoria analógicos

3.1.3.7 Subtema 7: Uso de instrucciones o bloques lógicos.

Los bloques lógicos son instrucciones que permiten controlar el flujo del programa, ejemplos de estos bloques son las funciones AND, OR, NOT, XOR. Son esenciales para el desarrollo de la lógica de control. Entre los subtemas de bloques lógicos se pueden tener a:

- Bloques de funciones lógicas AND, OR, NOT
- Bloques de funciones lógicas RS y SR

3.1.3.8 Subtema 8: Uso de bloques temporizadores y contadores.

Los temporizadores y contadores permiten gestionar eventos que se producen después de transcurrir un intervalo de tiempo o una cantidad específica de eventos. Se emplean en aplicaciones como la gestión de tiempos de espera o el recuento de unidades. Entre los subtemas de temporizadores y contadores se pueden tener a:

- Temporizadores (TON, TOFF, TP).
- Contadores ascendentes y descendentes.

3.1.3.9 Subtema 9: Mantenimiento de tableros de control.

Los controladores de Proporcional-Integral (PI) se emplean para regular variables de proceso con el fin de mantenerlas en un valor deseado mediante el ajuste de la salida. Este tipo de control se utiliza frecuentemente en operaciones que requieren la regulación ante perturbaciones. Entre los subtemas de controles PI se pueden tener a:

- Control ON-OFF
- Control Proporcional
- Control Proporcional + Integral.

3.1.3.10 Subtema 10: Procedimiento de descarga y monitoreo remoto.

La descarga de un programa al PLC implica transferir el código desde el software de programación al dispositivo mediante interfaces de comunicación como Ethernet o USB. El monitoreo remoto facilita la supervisión y ajuste del PLC desde una ubicación externa en tiempo real. Entre los subtemas de monitoreo remoto se pueden tener a:

- Procedimiento de descarga de programas.
- Monitoreo en tiempo real.
- Acceso remoto y diagnóstico de fallos.

3.1.4 Tema 4: INSTRUMENTACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

3.1.4.1 Subtema 1: Conceptos y partes de un simulador de plantas industriales.

Un simulador de plantas industriales es una herramienta de software que posibilita la creación de representaciones virtuales de procesos industriales. Los simuladores constan de varios elementos importantes, incluyendo lo siguiente:

- Interfaz gráfica de usuario (GUI):
- Módulo de simulación.
- Biblioteca de componentes.

- Espacio de visualización

3.1.4.2 Subtema 2: Concepto de etiquetas de sensores y actuadores simulados

Las etiquetas de sensores y actuadores son nombres únicos asignados a cada elemento de medición o control dentro de un simulador de planta industrial. Estas etiquetas establecen una comunicación clara y precisa entre los diferentes componentes del modelo. Cada etiqueta representa una variable específica, como la presión de un tanque, la temperatura de un reactor o la posición de una válvula. Permiten identificar de forma inequívoca a cada una de las variables de la simulación de un proceso industrial. Entre los subtemas de etiquetas de sensores y actuadores en simuladores se pueden tener a:

- Tipos de Etiquetas: Booleana, Entera o Flotante.
- Identificación de etiquetas para sensores o actuadores.

3.1.4.3 Subtema 3: Procedimiento de activación y forzado de sensores y actuadores simulados.

Las etiquetas que representan a un sensor o actuador en la simulación pueden ser forzadas, es decir cambiar su estado desde el simulador de forma manual, para luego observar el estado y probar el funcionamiento. Entre los subtemas de conexionado de entradas y salidas analógicas se pueden tener a:

- Forzado de etiquetas de sensores.
- Forzado de etiquetas de actuadores.

3.1.4.4 Subtema 4: Simulación de una escena de una planta industrial.

La simulación de una escena de planta industrial posibilita la creación de representaciones virtuales altamente realistas de procesos de producción. Al planear una escena, se toman en cuenta los siguientes elementos:

- Distribución del layout de la planta: organización física de equipos; • Uso de modelos tridimensionales disponibles en biblioteca de los equipos;
- Simulación de movimientos de fluidos y maquinaria.

3.1.4.5 Subtema 5: Concepto y configuración de Drivers de comunicación en simuladores.

Los drivers de comunicación son interfaces de software que posibilitan la interacción de un simulador con dispositivos físicos u otros sistemas de control. La configuración de estos controladores implica:

- Selección del protocolo: escoger el protocolo de comunicación adecuado (Control IO, Modbus, OPC UA, etc.)
- Definición de parámetros: establecer parámetros como dirección IP, puerto de comunicación y tasas de transferencia.
- Mapeo de variables: relacionar las variables del simulador con las del dispositivo físico
- Gestión de errores: implementar mecanismos para detectar y manejar errores de comunicación

3.1.4.6 Subtema 6: Programación de secuencias automáticas en simuladores.

La programación de secuencias automáticas en simuladores permite modelar y analizar el comportamiento dinámico de procesos industriales. Esta programación implica:

- Definición de variables.
- Creación de bloques lógicos
- Utilización de temporizadores y contadores
- Empleo de memorias
- Visualización de la secuencia

3.1.4.7 Subtema 7: Bloques lógicos, temporizadores, contadores y memorias en simuladores.

Los bloques lógicos, temporizadores, contadores y memorias son componentes esenciales en la programación de secuencias automáticas en un simulador. Estos componentes posibilitan la aplicación de:

- Lógica de control: los bloques lógicos (AND, OR, NOT)
- Temporizadores: estos generan eventos tras un tiempo predeterminado
- Contadores: el conteo de eventos y la ejecución de acciones al alcanzar un valor específico, útil para controlar ciclos o lotes;
- Almacenamiento de datos: las memorias permiten guardar valores intermedios para controlar el flujo de la secuencia y mantener el estado del sistema entre diferentes ciclos de simulación.

3.1.4.8 Subtema 8: Bloque PID en simuladores.

Los controladores de Proporcional-Integral (PI) se emplean para regular variables de proceso con el fin de mantenerlas en un valor deseado mediante el ajuste de la salida. Este tipo de control se utiliza frecuentemente en operaciones que requieren la regulación ante perturbaciones. Entre los subtemas de controles PI se pueden tener a:

- Control ON-OFF
- Control Proporcional
- Control Proporcional + Integral.
- Control Proporcional + Integral+ Derivativo

3.1.5 ACTIVIDADES A DESAROLLAR POR SEMANAS

3.1.5.1 Semana 1:

- Actividad de participación en foro de discusión del tema ejemplos de procesos industriales.

3.1.5.2 Semana 2.

- Actividad evaluativa: Cuestionario de los conceptos fundamentales de diagramas

P&ID

- Actividad de participación en H5
- Desarrollo de la guía práctica 1: Características de un proceso Industrial

3.1.5.3 Semana 3.

- Actividad evaluativa: ejercicio práctico de leyes eléctricas para resolver circuitos en alterna y simulación
- Desarrollo de la guía práctica 2: Interpretación de Diagramas P&Id en procesos Industriales

3.1.5.4 Semana 4.

- Actividad de recuperación
- Desarrollo de la guía práctica 3: Control eléctrico industrial
- Desarrollo de la evaluación parcial 1

3.1.5.5 Semana 5.

- Actividad de participación en H5P
- Desarrollo de la guía práctica 4: Programación en controlador LOGO para procesos industriales

3.1.5.6 Semana 6.

- Actividad evaluativa: Cuestionario sobre bloques lógicos, temporizadores y controles PI
- Desarrollo de la guía práctica 5: Temporizadores en controladores

3.1.5.7 Semana 7.

- Actividad de participación en H5P de simuladores industriales
- Desarrollo de la guía práctica 6: Simulación de escenarios de procesos industriales

3.1.5.8 Semana 8.

- Actividad evaluativa: ejercicio de simulación de un proceso industrial

- Entrega del trabajo de practica y experimentación del aprendizaje • Desarrollo de la evaluación parcial 2

3.1.6 SISTEMA DE EVALUACION

PARCIAL I		PARCIAL II	
Tareas (Tareas, talleres, foros, y otras actividades desarrolladas en la plataforma LMS, en clases virtuales o presenciales)	15.0	Tareas (Tareas, talleres, foros, y otras actividades desarrolladas en la plataforma LMS, en clases virtuales o presenciales)	15.0
Trabajo Autónomo	10.0	Actividades Práctica y Experimentación del Aprendizaje	20.0
Participación en clase	5.0	Participación en clase	5.0
Evaluación I	15.0	Evaluación II	15.0
Total, Parcial	45	Total, Parcial	55

RECURSO	DESCRIPCION
Aplicaciones informáticas generales:	Microsoft Office 365, Youtube, Teams
Aplicaciones y paquetes que los estudiantes requerirán en su vida profesional:	SIEMENS LOGOSOFT (Versión Demo), SIEMENS TIA PORTAL (Versión Demo)

Recurso TIC pedagógico:	CANVA, H5P
Recursos de realidad virtual y/o simuladores (destrezas sensoriales, motoras y habilidades de pensamiento):	SIEMENS LOGOSOFT (Versión Demo) (Destrezas motoras y habilidades del pensamiento). FACTORY IO (Versión Demo) (Destrezas motoras y habilidades del pensamiento). CADESIMU (Destrezas motoras y habilidades del pensamiento).
Recursos generales de la asignatura:	Computador, pizarra virtual, entorno virtual de aprendizaje

3.2 Presentación de la propuesta

3.2.1.1 GUIAS PRACTICAS

A continuación, se presenta una propuesta de guías prácticas orientadas al fortalecimiento de las competencias en automatización y control industrial. Estas guías están organizadas de manera progresiva y están alineadas a los objetivos de aprendizaje del módulo, permitiendo al estudiante desarrollar habilidades prácticas mediante simulaciones y ejercicios enfocados en situaciones reales del entorno industrial.

Guía Práctica APP # 1					
CARRERA: ELECTRICIDAD		ASIGNATURA: CONTROL DE PROCESOS			
DOCENTE RESPONSABLE: ING. ROMMEL SUAREZ					
No. PRÁCTICA:	01	TÍTULO PRÁCTICA: CARACTERÍSTICAS DE UN PROCESO INDUSTRIAL			
PRODUCTO A ENTREGAR	INFORME		CEPROBYS		Software: X
NUMERO DE HORAS	2 (Semana 1)		AULA/TALLER/ LABORATORIO: LABORATORIO		
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025	CICLO: I	MODALIDAD	HÍBRIDA	NIVEL:	TERCERO
DESARROLLO					

DESCRIPCIÓN. –

El control de procesos industriales es un área fundamental en el sector industrial, que busca optimizar la operación de sistemas complejos para garantizar la eficiencia, seguridad y calidad en la producción industrial. Este campo los estudiantes se involucran con el análisis y diseños de sistemas de control que regulan variables como temperatura, presión, caudal, nivel y composición química en diversos procesos industriales. Los estudiantes en este campo exploran conceptos como sensores, actuadores, controladores que forman lazos de control abierto y cerrado. El estudiante comprender los fundamentos del control de procesos industriales y sus elementos principales.

PRESENTACIÓN DE LA APP

Bienvenidos a la guía técnica sobre el control de procesos industriales y sus elementos. En esta sección, exploraremos los fundamentos del control de procesos, centrándonos en los lazos de control abierto y cerrado. A través de gráficos y diagrama de bloques desarrollado en el software LucidChart, visualizaremos cómo se estructuran estos lazos de control y cómo interactúan los diferentes elementos, como sensores, controladores y actuadores. Comprender estos conceptos es fundamental para diseñar sistemas de control efectivos en la industria. Acompañennos en este viaje hacia el dominio del control de procesos industriales

EQUIPO A UTILIZAR:

Talleres:
Semipresencial

INSUMOS / MATERIALES/ SOFTWARE

- Laptop/ Computadora de escritorio
- Software LucidChart

OBJETIVO GENERAL.

Identificar las características y elementos de los lazos de control en procesos industriales

FUNDAMENTO TEÓRICO

Existen dos tipos de control para el estudio de los procesos dependiendo de que la información obtenida por los sistemas de medición sea realimentada o no al controlador para llevar a cabo una acción correctiva sobre el proceso: Control en lazo/bucle abierto y Control en lazo/bucle cerrado (Rojano Ramos, 2012)

El modo operación de Vigilancia se realiza en bucle abierto y consiste en la toma por parte del dispositivo automático de medidas a una serie de variables, procesando dicha información y emitiendo partes diarios de servicio y balances (García Moreno, 2020).

El modo operación Guía operador consiste en una variante de la anterior de un mayor grado de elaboración, con la inclusión de tareas de asistencia mediante propuestas al operador, según criterios prefijados. Se suele realizar en bucle abierto (García Moreno, 2020).

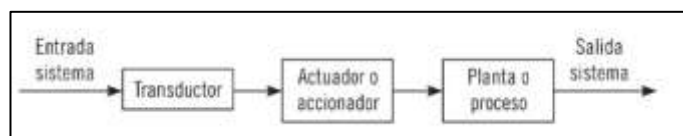


Figura 2. Nivel de automatización elemental, bucle abierto

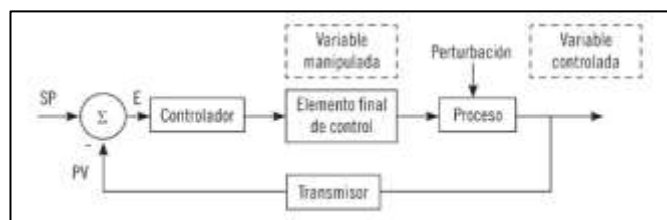


Figura 3. Nivel de automatización elemental, bucle cerrado

El modo operación de mando consiste en la toma de información, procesamiento, toma de decisiones y ejecución sobre el proceso de acciones de control. Se corresponde con una estructura clásica de bucle cerrado, donde la intervención humana queda excluida salvo para las tareas de supervisión (García Moreno, 2020)

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

1. **Software:** Registrarse en el software LucidChart online: <https://www.lucidchart.com/>
 Ingresar al software LucidChart online: El programa permite crear lazos de control, diagramas de flujo e incluso diagramas de tuberías P&ID.

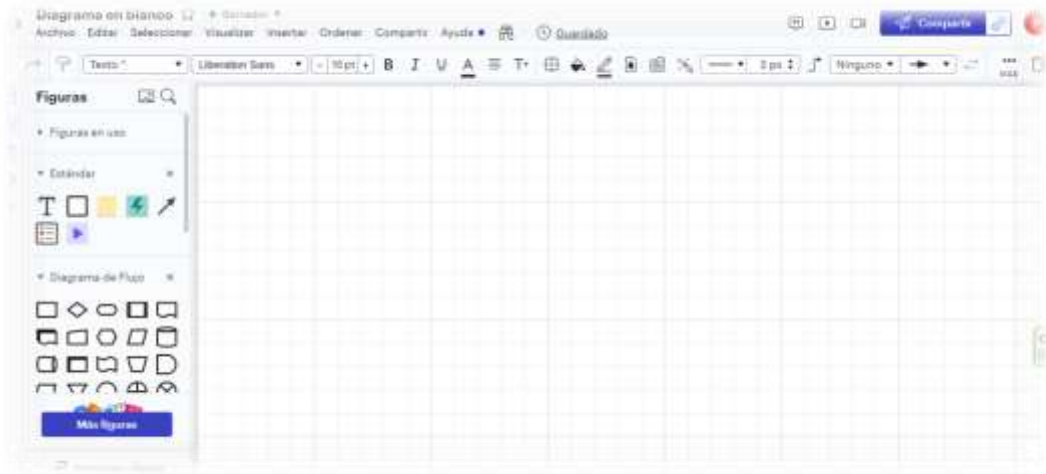


Figura 3. Interfaz software

2. Lazo abierto

- a. Realizar una consulta sobre 1 ejemplo de procesos en la industria que este diseñados en lazo abierto. Identificar los elementos y completar la siguiente información:
 - Entrada del sistema
 - Transductor
 - Actuador
 - Planta
 - Salida del sistema
- b. Realizar el diagrama del lazo ABIERTO en el software LucidChart, colocando los elementos y capturar la imagen realizada.

3. Lazo cerrado

- a. Realizar una consulta sobre 1 ejemplo de procesos en la industria que este diseñados en lazo cerrado y completar la siguiente información:
 - Entradas del sistema
 - Controlador
 - Actuador /elemento final de control
 - Planta/proceso
 - Salida del sistema
 - Transductor/transmisor
- b. Realizar el diagrama del lazo CERRADO en el software LucidChart, colocando los elementos y capturar la imagen realizada.

4. Cuestionario

Comparar el lazo de control abierto y el lazo de control cerrado y describa al menos 2 diferencias entre los sistemas.

REFERENCIAS:

García Moreno, E. (2020). Automatización de procesos industriales. Universidad Politécnica de Valencia.
<https://elibro.net/es/ereader/ister/129686>

Rojano Ramos, S. (2012). Instrumentación y control en instalaciones de procesos, energía y servicios auxiliares (MF0047_2). IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/ister/titulos/42688>

Guía Práctica APP # 2

CARRERA: ELECTRICIDAD		ASIGNATURA: CONTROL DE PROCESOS			
DOCENTE RESPONSABLE: ING. ROMMEL SUAREZ					
No. PRÁCTICA:	02	TÍTULO PRÁCTICA: INTERPRETACIÓN DE DIAGRAMA P&ID EN PROCESOS INDUSTRIALES			
PRODUCTO A ENTREGAR	INFORME		CEPROBYS		Software: X
NUMERO DE HORAS	2 (Semana 2)		AULA/TALLER/ LABORATORIO:		
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025	CICLO: I	MODALIDAD	HÍBRIDA	NIVEL:	TERCERO

DESARROLLO
DESCRIPCIÓN. –

El control de interpretación de diagramas P&ID (Diagrama de tuberías e instrumentación) en procesos industriales es esencial para los trabajadores de plantas de producción e industrias de procesos. Un diagrama P&ID es una representación gráfica de un proceso industrial que muestra la interconexión de equipos, tuberías, instrumentos y controles utilizados en la producción.

Los estudiantes aprenden a leer y comprender estos diagramas, que son fundamentales para el diseño, operación y mantenimiento de instalaciones industriales. Esto incluye identificar equipos, tuberías, válvulas, instrumentos de medición y control, así como comprender la interconexión y la secuencia de procesos

PRESENTACIÓN DE LA APP

En esta presentación, exploraremos el fascinante mundo del control de interpretación de diagramas P&ID (Diagrama de tuberías e instrumentación) en procesos industriales. Durante esta guía, nos sumergiremos en el lenguaje visual de los diagramas P&ID, explorando los símbolos estándar que representan equipos, tuberías, instrumentos y controles utilizados en la producción. Aprenderemos a identificar componentes clave como bombas, tanques, válvulas y dispositivos de control automático. Al finalizar esta guía, habrán adquirido habilidades fundamentales para la lectura de los diagramas P&ID industriales.

EQUIPO A UTILIZAR:

Talleres:
Semipresencial

INSUMOS / MATERIALES/ SOFTWARE

- Norma ANSI/ISA-5.1. (En español o inglés)
- Laptop/ Computadora de escritorio

OBJETIVO GENERAL.

Describir los elementos y funcionamiento de proceso industrial a partir del diagrama P&ID.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Diagrama P&ID

Denominada como Diagramas de tuberías e instrumentación “DTI” o Piping and Instrumentation Diagram “P&ID”; se basa en una representación gráfica empleada en los sistemas de control para dibujar los elementos que forman parte del proceso/planta, entre ellos, instrumentos de medición, control, actuadores, tuberías y equipos, que permite describir el flujo del proceso y la conexión entre los elementos (Antúnez Soria, 2018).

La norma que permite representar la simbología y nomenclatura para los diagramas PID a nivel internacional es la norma ISA (Instrument Society of America) (Antúnez Soria, 2018).

Para identificar la variable de proceso en base a la norma ISA 5.1 se maneja de letras y números que nos permiten conocer el tipo de la variable, el instrumento con el cual se registra, indica o manipula la variable y el número de identificación de la misma, de esta manera se puede asociar fácilmente el tipo de medición que se efectúa en el proceso (Villalobos Ordaz, 2006).

	Primera letra		Letras posteriores		
	Variable de proceso	Modificador	Lectura	Salida	Modificador
A	Análisis		Alarma		
B	Quemador de flama		Como se prefiera	Como se prefiera	Como se prefiera
C	Conductividad			Controlador	
D	Densidad o peso específico	Diferencial			
E	Voltaje (fem)		Elemento primario		
F	Flujo (caudal)	Relación			
G	Como se prefiera		Vidrio		
H	Manual				Alto
I	Corriente eléctrica		Indicador		
J	Potencia	Muestrear			
K	Tiempo			Controlador	
L	Nivel		Luz piloto		Bajo o alto
M	Humedad				Medio
N	Como se prefiera		Como se prefiera	Como se prefiera	Como se prefiera
O	Como se prefiera		Orificio, restricción		
P	Presión o vacío		Punto de conexión		
Q	Cantidad	Integrador, totalizador			
R	Radiactividad		Registrador		
S	Velocidad o frecuencia	Seguridad		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisor	

U	Multivariable		Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Viscosidad			Válvula	
W	Peso o fuerza		Pozo		
X	No clasificada	Eje x	No clasificada	No clasificada	No clasificada
Y	Como se prefiera	Eje y		Relevador	
Z	Posición	Eje z		Elemento final de control	

Figura 1. Letras e identificación del instrumento norma ISA5.1

Fuente: (Villalobos Ordaz, 2006).

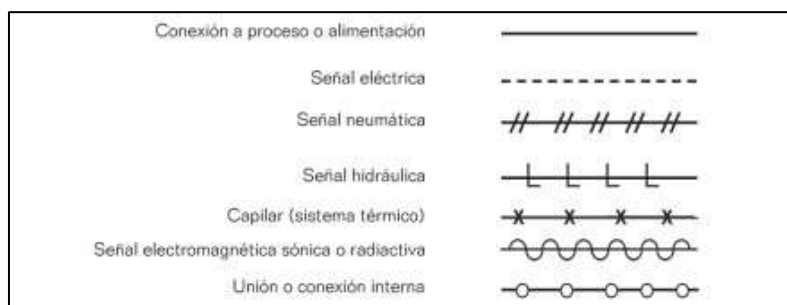


Figura 2. Simbologías de las líneas de conexión de los instrumentos norma ISA5.1

Fuente: (Villalobos Ordaz, 2006).

	Montaje en campo	Localización panel principal	Localización panel auxiliar	Localización detrás del panel
INSTRUMENTOS DISCRETOS				
INSTRUMENTO CONTROL DISTRIBUIDOS				
FUNCION COMPUTADOR				
FUNCION PLC				

Figura 3. Símbolos de dispositivos de instrumentación norma ISA5.1

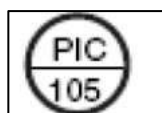
Fuente: (Villalobos Ordaz, 2006).

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

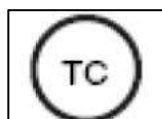
1. LETRAS E IDENTIFICACION: Identifique las letras y señale a que elemento representa la siguiente simbología conforme la norma ISA5.1.

- LAH
- LIC
- TIC-100
- FRC-300

2. ELEMENTO E IDENTIFICACION: Identifique las siguientes imágenes y describa la definición conforme el diagrama PID conforme la norma ISA5.1.

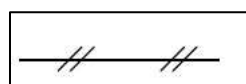


.....

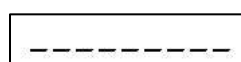


.....

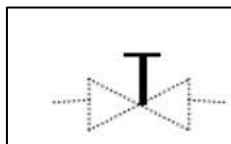
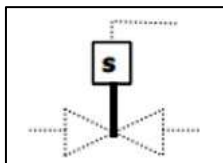
3. LINEAS DE CONEXIÓN DE LOS INSTRUMENTOS: Describa la definición de las imágenes conforme la norma ISA5.1



.....



.....



4. INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL: Describa que representa la siguiente imagen bajo la Norma ANSI/ISA-

.....

.....

5. CUESTIONARIO: Responda las siguientes interrogantes y términos:

- Defina que es el diagrama P&ID.
- ¿Para qué sirven los diagramas P&ID en el aspecto?:

REFERENCIAS:

García Moreno, E. (2020). Automatización de procesos industriales. Universidad Politécnica de Valencia.
<https://elibro.net/es/ereader/ister/129686>

Rojano Ramos, S. (2012). Instrumentación y control en instalaciones de procesos, energía y servicios auxiliares (MF0047_2). IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/ister/titulos/42688>

Villalobos Ordaz, G. (2006). Medición y control de procesos industriales. México: Instituto Politécnico Nacional.
 Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/ister/101703?page=41>

Guía Práctica APP # 3

CARRERA: ELECTRICIDAD
ASIGNATURA: CONTROL DE PROCESOS
DOCENTE RESPONSABLE: ING. ROMMEL SUAREZ
No. PRÁCTICA:

03

TÍTULO PRÁCTICA: CONTROL ELÉCTRICO INDUSTRIAL
PRODUCTO A ENTREGAR

INFORME

CEPROBYS

Software: X

NUMERO DE HORAS

2 (Semana 5)

AULA/TALLER/ LABORATORIO:
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025
CICLO: I
MODALIDAD

HÍBRIDA

NIVEL:

TERCERO

DESARROLLO
DESCRIPCIÓN. –

El control eléctrico mediante lógica cableada es una técnica fundamental en el diseño de sistemas de automatización y control. En esta metodología, se utiliza una serie de relés, contactores, temporizadores y otros dispositivos de control cableados para crear circuitos lógicos que controlan el funcionamiento de maquinaria y procesos industriales, se analiza principalmente las conexiones físicas entre los dispositivos de control mediante cables, siguiendo un enfoque lógico para definir las secuencias de operación requeridas. A través de ejemplos prácticos y estudios de casos, se aprende a diseñar circuitos que gestionan tareas como arranque, parada, secuenciación y protección de equipos industriales. Finalmente, mediante las herramientas de simulación como el software CADE-SIMU permitirá una experiencia de aprendizaje interactiva y visual del funcionamiento de procesos de control industrial.

PRESENTACIÓN DE LA APP

Bienvenidos a la guía práctica sobre control eléctrico industrial utilizando el software CADE-SIMU. En esta práctica, exploraremos cómo diseñar y simular sistemas de control eléctrico utilizando lógica cableada, una técnica fundamental en el sector eléctrico y automatización industrial. Utilizaremos el software CADE-SIMU, una herramienta potente y accesible que nos permitirá simular circuitos de control y fuerza de manera eficiente.

A lo largo de esta guía, aprenderemos los conceptos básicos de la lógica cableada, incluyendo compuertas lógicas, circuitos de relés y diagramas de contactos. Exploraremos cómo estas herramientas se utilizan para crear sistemas de control simples y complejos, abordando problemas comunes en la automatización de procesos. Mediante ejemplos prácticos y ejercicios paso a paso, los estudiantes desarrollarán habilidades para diseñar y analizar y circuitos de control eléctrico, el software permitirá una experiencia de aprendizaje interactiva y visual, facilitando la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación en la práctica.

EQUIPO A UTILIZAR:
**Talleres:
Semipresencial**
INSUMOS / MATERIALES/ SOFTWARE

- Laptop/ Computadora de escritorio
- Software CADE SIMU
- Tableros de control

OBJETIVO GENERAL.

Realizar el control mediante lógica cableada empleando el software CADE-SIMU

FUNDAMENTO TEÓRICO

Control lógico cableada

Para obtener un sistema automático que cumpla con una función determinada de acuerdo a los parámetros de diseño se puede desarrollar mediante automatismos cableados y automatismos programables, siendo los objetivos mejorar la eficiencia, velocidad de ejecución tareas, precisión, disminución de riesgos al realizar las actividades manuales (Daneri, 2009).

El control mediante lógica cableada considerando los tipos de elementos que intervienen en su implementación. En el caso de la tecnología eléctrica, las uniones físicas se realizan mediante cables eléctricos, relés electromagnéticos, interruptores, pulsadores entre otros, adicional, lógica cableada también se la ocupa para las áreas de neumática, hidráulica y electrónica (García Moreno, 2020)

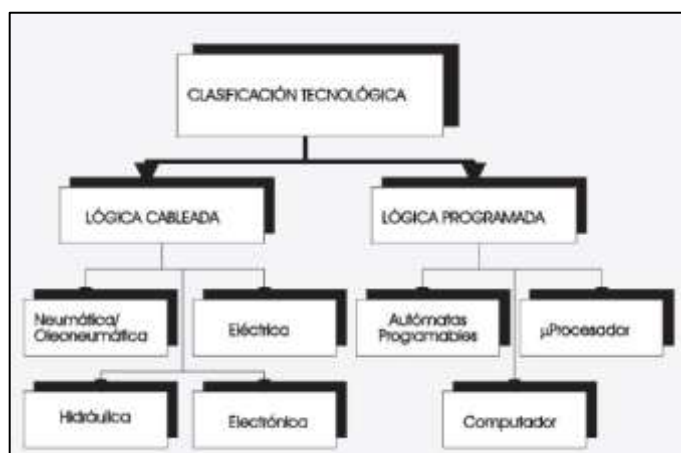


Figura. Clasificación de tecnología de control

Fuente: (García Moreno, 2020)

Software Cade Simu

Software electrotécnico que permite elaborar, simular y desarrollar esquemas de mando y control, permite introducir los símbolos de los elementos, posteriormente unir y realizar el esquema eléctrico, en el proceso de simulación permite resaltar los conductores eléctricos y el estado de los elementos (CADE SIMU, 2022).

Circuito de bloqueo eléctrico

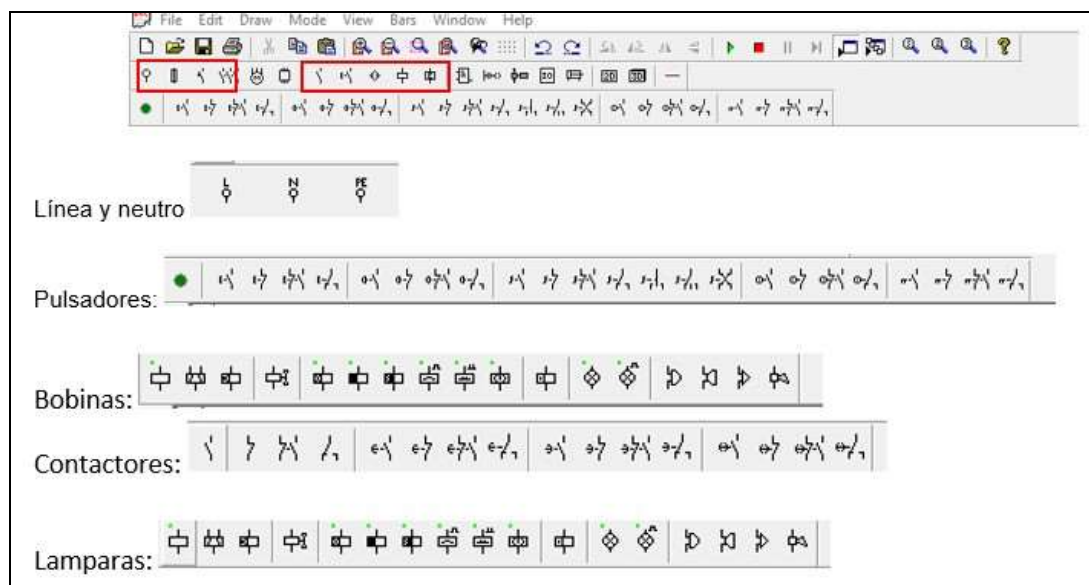
Es un circuito eléctrico de control que permite activar solo un proceso a la vez, para pasar de un proceso a otro se debe par el proceso que está activo.

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

1. **Instalación:** Revisar que se encuentre Instalado y pueda aperturar el software Cade simu, la clave es 4962.



2. **Interfaz:** Mediante pulsadores normalmente cerrado, pulsadores normalmente abiertos, contactores, bobinas y lámparas, realizar el esquema eléctrico de bloqueo, Click en los recuadros en rojos para que si visualicen los elementos.

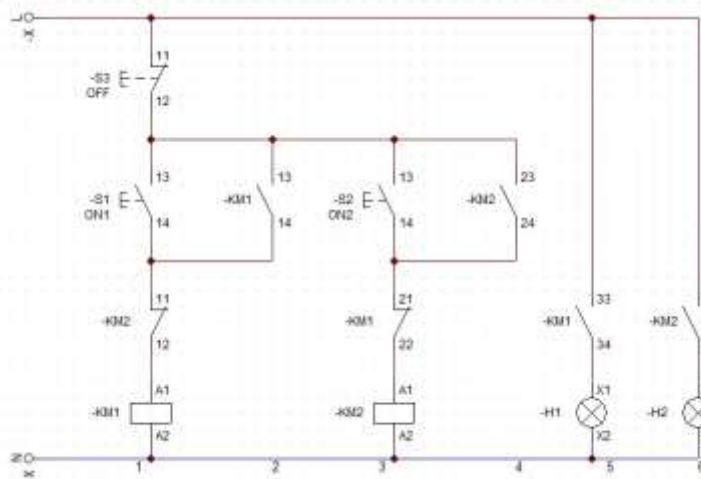


The screenshot displays the CADE SIMU software interface. At the top is a menu bar with options: File, Edit, Draw, Mode, View, Bars, Window, Help. Below the menu bar is a toolbar with various icons for drawing and editing. The main area shows several categories of electrical symbols, each with a set of icons in a row. The categories are:

- Línea y neutro:** Three icons representing different types of lines and neutrals.
- Pulsadores:** A row of icons representing various types of push buttons, including normally closed and normally open symbols.
- Bobinas:** A row of icons representing various types of coils and relays.
- Contactores:** A row of icons representing various types of contactors.
- Lámparas:** A row of icons representing various types of lamps and indicators.

3. **Armado del circuito eléctrico en CADE SIMU**

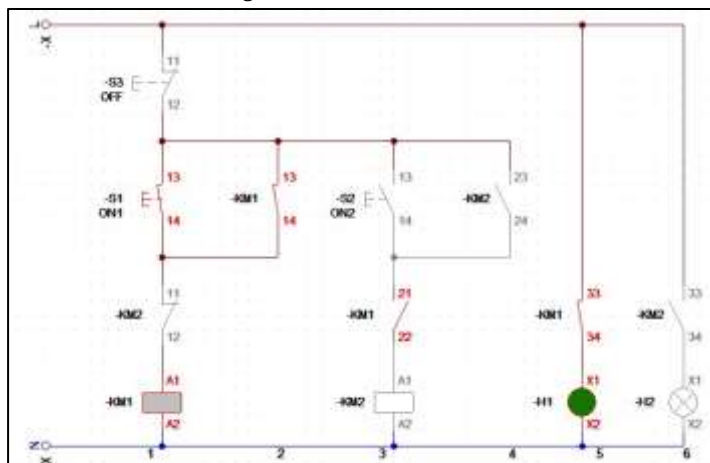
Realice el esquema de bloqueo eléctrico de 2 procesos, el pulsador S1 y pulsador S2 respectivamente para cada proceso y el pulsador S3 para parar, y, cambiar de proceso.



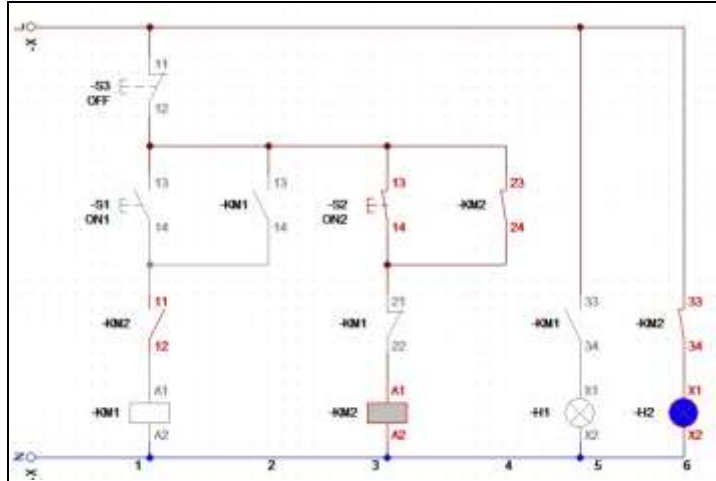
4. **Simulación:** Encendido lampara H1
simular el proceso con el icono verde se inicia la simulación y con el botón en rojo se detiene el proceso.



Presionar el pulsador S1 y visualizar que se enciende la lampara H1. Verificar que al presionar S2, no realiza ninguna acción.



- Simulación:** Encendido lampara H2:
Presionar el pulsador S3, para detener el proceso, y, poder cambiar el proceso.
Presionar el pulsador S2 y visualizar que se enciende la lampara H2.
Verificar que al presionar S1, no realiza ninguna acción.



alice las capturas del funcionamiento del esquema eléctrico y describa el

5. **Registro:** o del circuito eléctrico de bloqueo en el informe.

Realizar la implementación del circuito eléctrico en el taller y

6. **Implementación:** dencia de la práctica en el informe.

REFERENCIAS:

García Moreno, E. (2020). Automatización de procesos industriales. Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/ereader/ister/129686>

Rojano Ramos, S. (2012). Instrumentación y control en instalaciones de procesos, energía y servicios auxiliares (MF0047_2). IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/ister/titulos/42688>

Guía Práctica APP # 4

CARRERA: ELECTRICIDAD

ASIGNATURA: CONTROL DE PROCESOS

DOCENTE RESPONSABLE: ING. ROMMEL SUAREZ

No. PRÁCTICA:

04

TÍTULO PRÁCTICA: PROGRAMACIÓN EN CONTROLADOR LOGO PARA PROCESOS INDUSTRIALES

PRODUCTO A ENTREGAR

INFORME

CEPROBYS

Software: X

NUMERO DE HORAS

2 (Semana 6)

AULA/TALLER/ LABORATORIO:

PERIODO ACADEMICO:
2024-2025

CICLO:
I

MODALIDAD

HÍBRIDA

NIVEL:

TERCERO

DESARROLLO

DESCRIPCIÓN. –

La programación en controlador LOGO para procesos industriales es esencial para los estudiantes que buscan comprender y dominar la automatización de procesos en entornos industriales. A través del empleo del software Logosoft y la programación en lenguajes como Ladder y KOP, los estudiantes adquieren habilidades prácticas para diseñar y desarrollar sistemas de control en tiempo real. A través de una interfaz intuitiva, exploran la creación de programas mediante el lenguaje gráfico Ladder, que representa la lógica de control con elementos de contacto y bobinas. Durante el proceso de aprendizaje, los estudiantes se sumergen en ejercicios prácticos que les permiten aplicar los conceptos aprendidos a situaciones industriales simuladas.

PRESENTACIÓN DE LA APP

Bienvenidos a la guía práctica sobre programación en controlador LOGO para procesos industriales. En esta práctica, exploraremos cómo utilizar el software Logosoft para programar mediante el lenguaje de programación Ladder y KOP, una forma gráfica e intuitiva de desarrollar programas para automatizar procesos industriales. A través de ejemplos prácticos y ejercicios, los estudiantes se familiarizarán con los conceptos fundamentales de la programación en controladores lógicos programables (PLC) y su aplicación en la automatización de procesos industriales. Al finalizar la guía el estudiante deberá realizar la implementación del circuito eléctrico y la programación en el PLC físico, lo que permitirá potencializar sus habilidades de automatización de procesos industriales.

EQUIPO A UTILIZAR:

Talleres:
Semipresencial

INSUMOS / MATERIALES/ SOFTWARE

- Laptop/ Computadora de escritorio
- Software de programación: LOGO! Soft Comfort V8.

OBJETIVO GENERAL.

Interactuar con la interfaz del software Logosoft mediante programación Ladder KOP

FUNDAMENTO TEÓRICO

El PLC LOGO es un tipo de Controlador Lógico Programable (PLC) desarrollado por Siemens. Este PLC está diseñado específicamente para aplicaciones de control lógico y automatización en entornos industriales y comerciales. La característica distintiva del LOGO es su tamaño compacto y su facilidad de uso, lo que lo hace especialmente adecuado para aplicaciones en las que se requiere un control sencillo y eficiente.

El LOGO se utiliza para controlar y supervisar una variedad de procesos y sistemas, como sistemas de iluminación, sistemas de climatización, bombas de agua, sistemas de alarma, entre otros. Ofrece una interfaz de programación intuitiva que permite a los usuarios crear programas lógicos mediante la conexión de bloques funcionales y la definición de las condiciones de control (Vargas& Loáisiga, 2018)



Figura 1: Dispositivo Logo

Fuente: Vargas& Loáisiga, (2018)

Entradas y Salidas (I/O): Cuando hablamos de entradas y salidas en un PLC, pensamos en cómo el PLC se comunica con el mundo exterior. Las entradas son como los ojos y oídos del PLC. Son señales eléctricas que provienen de sensores o interruptores que detectan cosas como temperatura, presión, movimiento, etc. Las entradas le dicen al PLC lo que está sucediendo en la máquina o en el proceso. Las salidas, por otro lado, son como las manos y los pies del PLC. Son señales eléctricas que el PLC envía a dispositivos como motores, válvulas o luces para hacer que realicen acciones específicas. Por ejemplo, un sensor puede enviar una señal de entrada al PLC cuando detecta que la temperatura es demasiado alta, y el PLC puede enviar una señal de salida para apagar un motor y evitar el sobrecalentamiento (Vargas& Loáisiga, 2018)

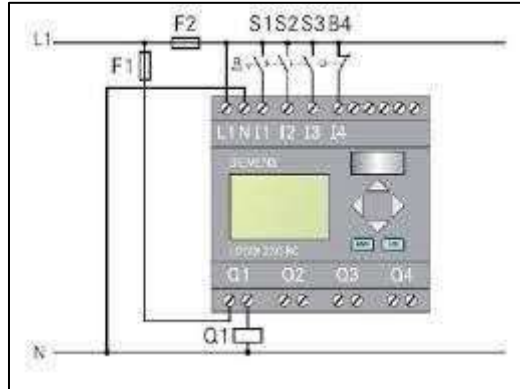


Figura 2: Entradas y salidas de LOGO.

Fuente: Vargas& Loáisiga, (2018)

Lógica de Control: La lógica de control es como el pensamiento del PLC. Aquí es donde el PLC toma decisiones basadas en las señales de entrada que recibe. Se utilizan operadores lógicos como "Y", "O" y "NO" para establecer reglas o condiciones bajo las cuales el PLC activará o desactivará las salidas. Por ejemplo, podríamos decir al PLC: "Si el sensor A detecta un valor mayor a 100 Y el sensor B está apagado, entonces enciende la bomba". Esto significa que el PLC solo activará la bomba si ambas condiciones son verdaderas. Los operadores "Y" y "O" se utilizan para combinar diferentes condiciones de entrada, y el operador "NO" se usa para invertir una condición. (Vargas& Loáisiga, 2018)

Software LOGOSOFT:

El software LOGOSOFT es la herramienta de programación utilizada para programar y configurar el PLC LOGO de Siemens. Este software proporciona una interfaz de usuario amigable que permite a los ingenieros y técnicos crear programas de control lógico sin necesidad de conocimientos de programación avanzados.

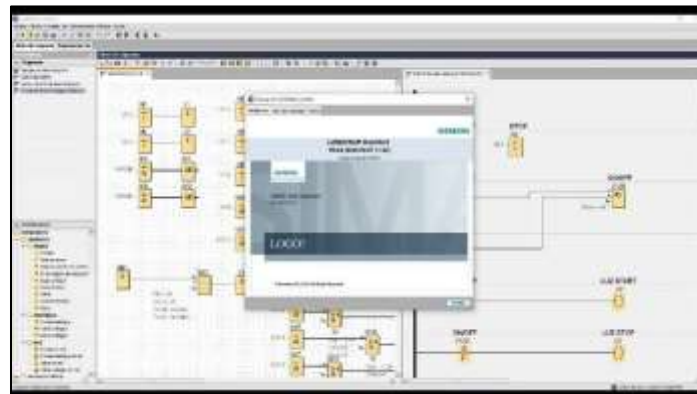


Figura 3: Inicialización Software de Logo.

Fuente: Vargas& Loáisiga, (2018)

Con el software LOGOSOFT, los usuarios pueden:

Crear Programas Lógicos: El software permite a los usuarios definir la lógica de control mediante la conexión de bloques funcionales. Estos bloques representan diferentes funciones y acciones que el PLC debe realizar.

Configurar Entradas y Salidas: Los usuarios pueden configurar las entradas y salidas del PLC, lo que les permite definir cómo se comunicará el PLC con el entorno y controlará los dispositivos conectados.

Simulación: El software LOGOSOFT a menudo incluye una función de simulación que permite a los usuarios probar sus programas sin necesidad de un PLC físico. Esto facilita la depuración y la verificación de la lógica de control antes de implementarla en un sistema real.

Transferencia de Programas: Una vez que se ha creado y probado el programa, se puede transferir al PLC LOGO para su ejecución en el entorno de automatización real.

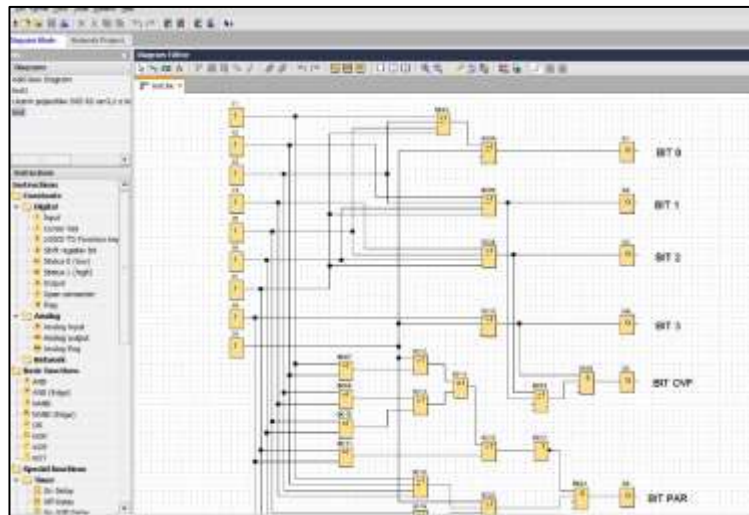
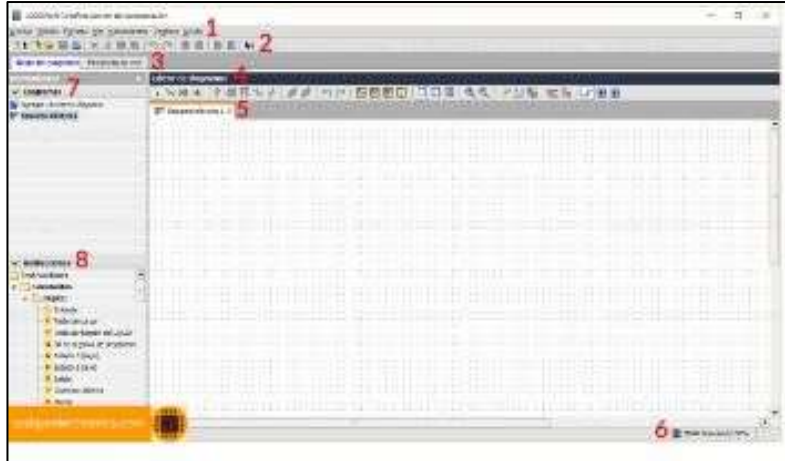


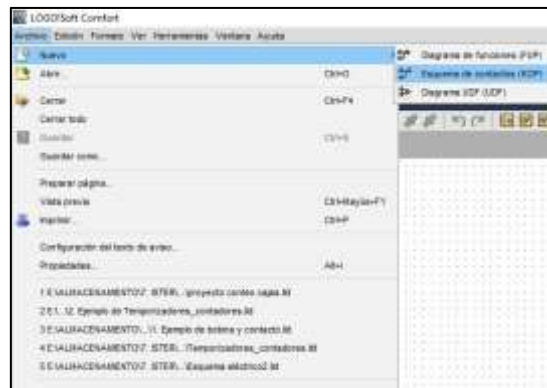
Figura 4: Programación por bloques - Software de Logo.

Fuente: Vargas& Loáisiga, (2018)

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

1. Revisar que se encuentre Instalado y pueda aperturar el software logosoft de siemens





Identifique los siguientes aspectos de la interfaz:

- Menú
- Barra de herramientas estándar
- Barra de modo
- Barra de herramientas
- Interfaz de programación
- Barra de estado
- Árbol de esquema
- Árbol de operación.

2. Seleccionar Archivo/Nuevo/Esquema de contactos KOP

3. Conectar el PLC a la computadora y configurar las opciones de RED.

Se debe revisar la dirección IP del logo y cambiar la dirección IP del computador para que estén en la misma red.

4. A continuación, se propone el programa No. 1 a implementar.

CONDICIONES CON CICLOS NO REPETITIVOS

Se tiene 5 entradas y salidas

ENTRADAS

- Puerta 1: I1
- Puerta 2: I2
- Ventana 1: I3
- Sensor de Movimiento: I4
- Pulsador de apagado de alarma: I5

SALIDAS

- Luz verde: Q1: sistema funcionando
- Luz roja Q2: cuando se activa una alerta
- Alarma: Q3: cuando se activa una alerta

FUNCIONAMIENTO

- I5 (Accionado) = Q1, Q2, Q3 (OFF), detiene el proceso.
- Cuando se active la alarma, sonará por 30 segundos y se desactivará.
- Para el control de encendido de la alarma

	CONTROL	
--	---------	--

RESULTADOS:

•
•
CUESTIONARIO

..

•
•

ENTRADAS										SALIDAS					
I1	X	I2		I3		I4		I5		Q1	X	Q2	X	Q3	
I1		I2	X	I3		I4		I5		Q1	X	Q2	X	Q3	
I1		I2		I3	X	I4		I5		Q1	X	Q2	X	Q3	
I1		I2		I3		I4	X	I5		Q1	X	Q2	X	Q3	X
I1		I2		I3		I4		I5		Q1		Q2		Q3	
I1		I2		I3		I4		I5	X	Q1		Q2		Q3	

verdadero.

X = Accionado / Activado / Encendido

adjuntar captura de pantalla de la simulación del programa No. 1

adjuntar captura la fotografía de la implementación del programa No. 1

¿Cómo se estableció la conexión entre la PC y el LOGO, y qué pasos se siguieron para programa? ¿Cómo se configura un bloque AND para que dos condiciones de entrada (verdaderas simultáneamente para activar una salida?

Explica cómo configurar un bloque OR para que una salida se active si cualquiera de dos entradas es

Explica el funcionamiento de un contador descendente y cómo configurarlo para que una desactive después de que una entrada se haya activado 5 veces.

REFERENCIAS:

García Moreno, E. (2020). Automatización de procesos industriales. Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/ereader/ister/129686>

Daneri, P. (2009). PLC: automatización y control industrial. Buenos Aires: Editorial Hispano Americana HASA. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/ister/66558?page=16>.

Siemens. (2022). Logo Manual de sistema. Obtenido de Siemens: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/041/109741041/att_924629/v1/logo_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

Guía Práctica APP # 5					
CARRERA: ELECTRICIDAD		ASIGNATURA: CONTROL DE PROCESOS			
DOCENTE RESPONSABLE: ING. ROMMEL SUAREZ					
No. PRÁCTICA:	05	TÍTULO PRÁCTICA: PROGRAMACIÓN EN CONTROLADOR LOGO PARA PROCESOS INDUSTRIALES			
PRODUCTO A ENTREGAR	INFORME	CEPROBYS		Software:	X
NUMERO DE HORAS	4 (Semana 7)	AULA/TALLER/ LABORATORIO:			
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025	CICLO: I	MODALIDAD	HÍBRIDA	NIVEL:	TERCERO
DESARROLLO					
DESCRIPCIÓN. La programación de temporizadores con conexión y sin conexión en el software Logosoft es esencial para estudiantes que deseen adentrarse en el mundo de la automatización industrial y el control de procesos mediante la programación de PLCs. La habilidad para programar temporizadores es crucial en la industria, ya que permite controlar y coordinar una amplia gama de procesos industriales, como el funcionamiento de maquinaria, el control de sistemas de iluminación, el control de temperatura y muchos otros. Al dominar esta herramienta, los estudiantes se preparan para enfrentar los desafíos del mundo laboral en campos relacionados con la automatización y la ingeniería industrial.					
PRESENTACIÓN DE LA APP La guía práctica de programación de temporizador con conexión y sin conexión en el software Logosoft está diseñada para estudiantes que desean dominar la interfaz del software Logosoft utilizando programación Ladder KOP. En esta guía, los estudiantes aprenderán cómo programar temporizadores utilizando dos enfoques diferentes: con conexión y sin conexión. Se proporcionarán ejemplos prácticos paso a paso para cada método, lo que incluirá la configuración de temporizadores, la asignación de parámetros como tiempo de retardo y tipo de temporizador, así como la lógica de control necesaria. Al finalizar esta guía, los estudiantes habrán adquirido habilidades prácticas para programar temporizadores de manera efectiva utilizando el software Logosoft.					
EQUIPO A UTILIZAR:					
Talleres: Semipresencial	INSUMOS / MATERIALES/ SOFTWARE - Laptop/ Computadora de escritorio - Software ¡LOGO! Soft Comfort V8				
OBJETIVO GENERAL. Realizar la programación de entradas y salidas digitales de Logo					

FUNDAMENTO TEÓRICO:**Controlador lógico programable**

El PLC es un equipo electrónico, programable por el usuario en lenguaje no informático, y que está destinado a gobernar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales, presenta capacidad para conexión directa entre las señales de campo SENSORES y ACTUADORES mediante voltaje o corriente, dependiendo de las características técnicas del elemento con el programa del usuario para que desempeñe una función determinada. (Daneri, 2009).

PLC LOGO

El controlador ofrece soluciones para aplicaciones domésticas y de la ingeniería de instalación como, por ejemplo, alumbrado de escaleras, iluminación exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, adicional, permite para implementar sistemas de control especiales en invernaderos o invernáculos, para el procesamiento de señales de control y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones. Cuenta con controles, panel de mando, display, fuente de alimentación, tarjeta micro SD, temporizadores, entradas y salidas, entre otras, que permiten al usuario realizar la programación y aprovechar los recursos que brinda el controlador (Siemens, 2022).



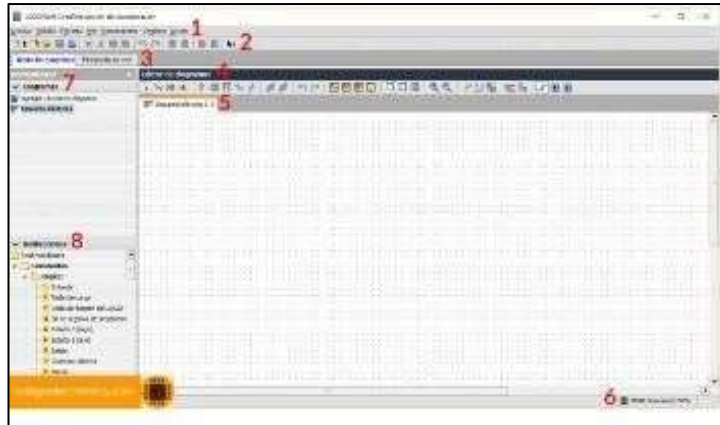
Figura. Esquema del PLC logo

Logosoft Confort V8

Permite crear programas de forma eficaz, confortable y clara, simular, ¡archivar e imprimir programas de conmutación para todos los dispositivos LOGO! en PC, dentro de las principales funciones, simulación offline del programa, estado de las funciones especiales (Siemens, 2022).

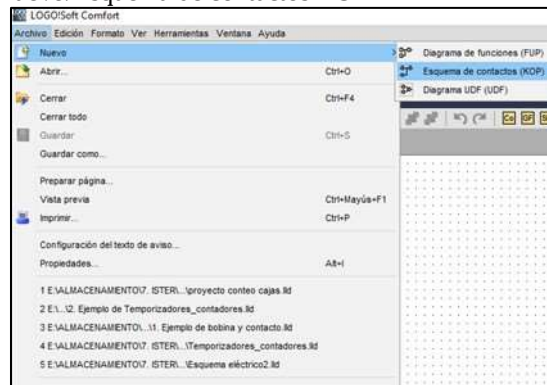
ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

1. Revisar que se encuentre Instalado y pueda aperturar el software Logo Soft - CONFORT de siemens

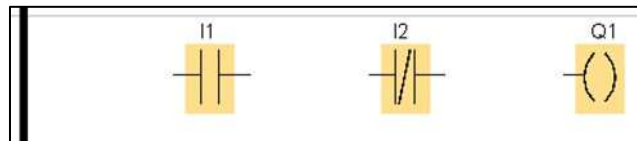


- Menú,
- Barra de herramientas estándar,
- Barra de modo,
- Barra de herramientas,
- Interfaz de programación,
- Barra de estado,
- Árbol de esquema,
- Árbol de operación.

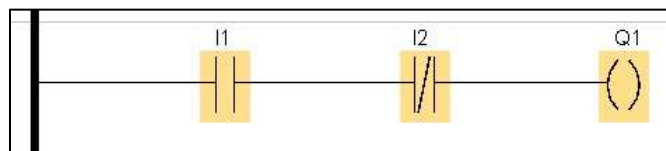
2. Seleccionar Archivo/Nuevo/Esquema de contactos KOP



3. En la sección árbol de operación seleccione 1 contacto normalmente abierto, 1 contacto normalmente cerrado y una bobina, y, proceda a unir los elementos en serie.



4. Colocar el nombre I1, I2 y Q1 a los elementos, para lo cual doble Click sobre el elemento que desea cambiarel nombre



5. En las características de cada elemento puede configurar el Parámetro, comentario, y como se comporta el elemento para una simulación.

- Parámetros: Los contactos se puede asignar el valor de la entrada física del PLC o relacionar con el valor de la bobina.
- Comentario: Se visualizará en la interfaz de programación el comentario
- Simulación: Permitirá seleccionar el modo de funcionamiento de los elementos.

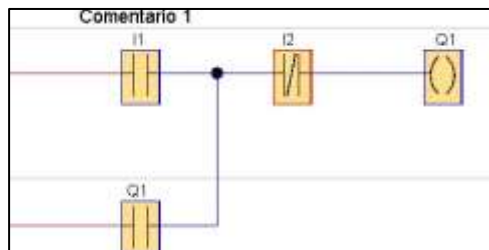
6. Configurar el Contacto I1 como Pulsador y realizar la simulación, para lo cual Click en el icono de simulación



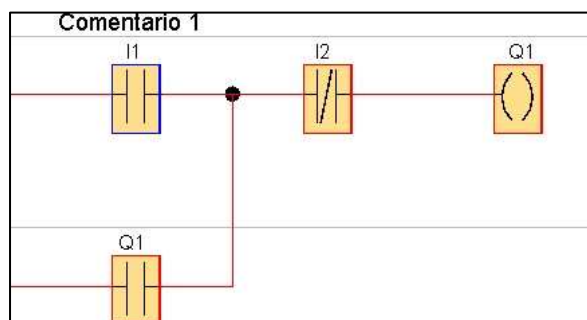
Visualice el botón I1 tiene un diferente símbolo a I2, esto debido a que se configuro como pulsador I1 e I2 como interruptor.

7. SIMULACIÓN

- Coloque un contacto en paralelo a I1, denominado Q1 y proceda a simular. Click en simulación, visualice el estado de Q1



- Realice un pulso en I1 y visualice el comportamiento de Q1



Active y desactive el interruptor I2 y visualice el comportamiento de Q1 Indique al docente la simulación de su proceso

8. Respuesta a interrogantes:

- El contacto I1 está configurado como:
- El contacto I1 físicamente puede conectar:
- El contacto I2 está configurado como:
- El contacto I2 físicamente puede conectar:
- La bobina Q1 representa en el PLC

REFERENCIAS:

García Moreno, E. (2020). Automatización de procesos industriales. Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/ereader/ister/129686>

Daneri, P. (2009). PLC: automatización y control industrial. Buenos Aires: Editorial Hispano Americana HASA. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/ister/66558?page=16>.

Daneri, P. (2009). *PLC: automatización y control industrial*. Buenos Aires: Editorial Hispano Americana HASA. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/ister/66558?page=16>.

Guía Práctica APP # 6					
CARRERA: ELECTRICIDAD		ASIGNATURA: CONTROL DE PROCESOS			
DOCENTE RESPONSABLE: ING. ROMMEL SUAREZ					
No. PRÁCTICA:	06	TÍTULO PRÁCTICA: TEMPORIZADORES EN CONTROLADORES			
PRODUCTO A ENTREGAR	INFORME		CEPROBYS		Software: X
NUMERO DE HORAS	4 (Semana 8)		AULA/TALLER/ LABORATORIO:		
PERIODO ACADEMICO: 2024-2025	CICLO: I	MODALIDAD	HÍBRIDA	NIVEL:	TERCERO

DESARROLLO	
DESCRIPCIÓN. – La simulación de escenarios de procesos industriales es una práctica esencial para estudiantes que desean comprender y diseñar sistemas industriales eficientes. Utilizando software especializado como Factory I/O, los estudiantes pueden recrear entornos industriales virtuales y experimentar con diferentes configuraciones y variables. Esta herramienta permite la creación de entornos tridimensionales personalizables, donde se pueden agregar componentes como sensores, actuadores, máquinas, transportadores y más. Los estudiantes aprenden a diseñar sistemas de control utilizando lenguajes de programación propios del software, permitiendo luego probar y depurar sus programas en el entorno virtual antes de su implementación en entornos industriales reales.	
PRESENTACIÓN DE LA APP En esta guía, los estudiantes aprenderán a diseñar y simular un escenario de proceso industrial completo, desde la conceptualización hasta la implementación práctica. Se abordarán conceptos fundamentales de automatización, tales como el diseño de la distribución de las máquinas, la interacción con sensores y actuadores virtuales. Al completar esta guía, los estudiantes habrán adquirido una comprensión práctica de la simulación de procesos industriales y estarán preparados para aplicar sus conocimientos en proyectos de automatización industrial del mundo real utilizando el software Factory I/O.	
EQUIPO A UTILIZAR:	
Talleres: Semipresencial	INSUMOS / MATERIALES/ SOFTWARE - Laptop/ Computadora de escritorio - Software Factory I/O
OBJETIVO GENERAL. Programar temporizadores en Logo Soft	

FUNDAMENTO TEÓRICO:**CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**

El PLC es un equipo electrónico, programable por el usuario en lenguaje no informático, y que está destinado a gobernar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales, presenta capacidad para conexión directa entre las señales de campo SENSORES y ACTUADORES mediante voltaje o corriente, dependiendo de las características técnicas del elemento con el programa del usuario para que desempeñe una función determinada. (Daneri, 2009).

PLC LOGO

El controlador ofrece soluciones para aplicaciones domésticas y de la ingeniería de instalación como, por ejemplo, alumbrado de escaleras, iluminación exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, adicional,

permite paraimplementar sistemas de control especiales en invernaderos o invernáculos, para el procesamiento de señales decontrol y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones. Cuenta con controles, panel de mando, display, fuente de alimentación, tarjeta micro SD, temporizadores, entras y salidas, entre otras, que permiten al usuario realizar la programación y aprovechar los recursos que brinda el controlador (Siemens, 2022).

LOGOSOFT CONFORT V8

Permite crear programas de forma eficaz, confortable y clara, simular, ¡archivar e imprimir programas de conmutación para todos los dispositivos LOGO! en PC, dentro de las principales funciones, simulación offline del programa, estado de las funciones especiales (Siemens, 2022).

Las funciones lógicas más complejas como:

- Temporizadores
- Contadores
- Registros de desplazamiento

TEMPORIZADORES

Cada vez que alcanzan cierto valor de tiempo activan un contacto interno.

Consideraciones:

- El valor de tiempo, denominado PRESET o meta, debe ser declarado por el usuario.
- Luego de haberse indicado el tiempo de meta, se le debe indicar con cuales condiciones debe empezar atemporizar (contar el tiempo)

Los temporizadores tienen una entrada denominada START o inicio, a la cual deben llegar los contactos o entradasque sirven como condición de arranque.

Retardo a la conexión: la salida permanece en estado lógico alto durante el periodo de Temporización ajustado

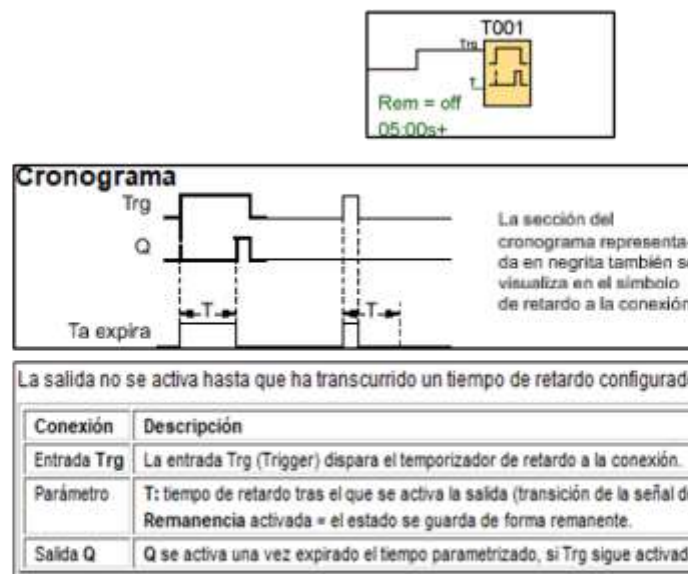
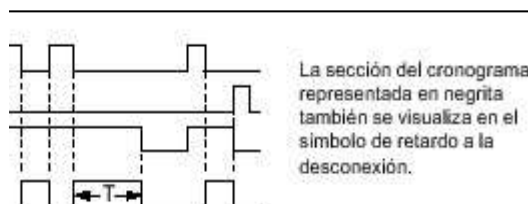
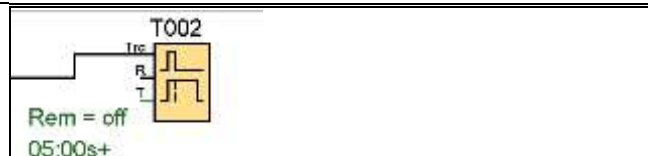


Figura. Retardo a la conexión
Fuente: Logosoft V8

Retardo a la desconexión: después de emitida la señal de inicio y transcurrido el periodo de tiempo determinado, la señal de salida se coloca en estado alto.



de 1 a 0) en la entrada Trg (Trigger) inicia el tiempo de retardo a la desconexión y la salida se ponen a 0.

para el tiempo de retardo T (transición de la señal de salida de 1 a 0), se guarda de forma remanente.

trada Trg y permanece activada hasta que haya expirado el tiempo T.

Figura. Retardo a la desconexión

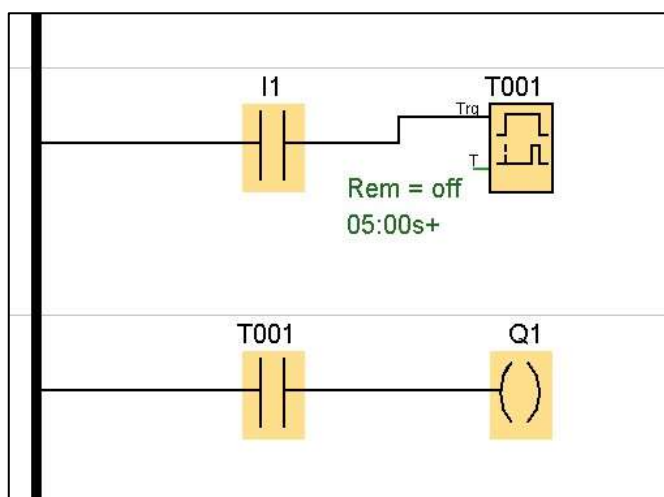
Fuente: Logosoft V8

ACTIVIDADES DE LA PRACTICA

1. RETARDO A LA CONEXIÓN

Colocar un contacto normalmente abierto como interruptor I1 Colocar un Temporizador con retardo a la conexión T001

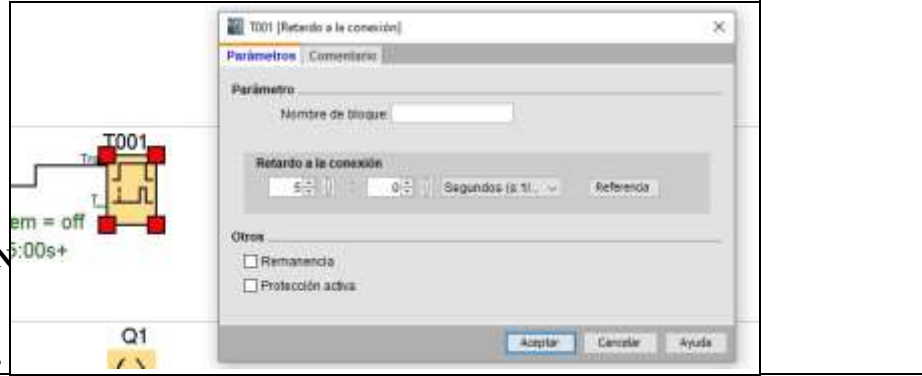
Colocar un contacto normalmente abierto y asignar el mismo nombre que el temporizador T001 Colocar una bobina Q1



Configura el temporizador a 5segundos, doble Click izquierdo sobre el icono T001

2. SIMULACION

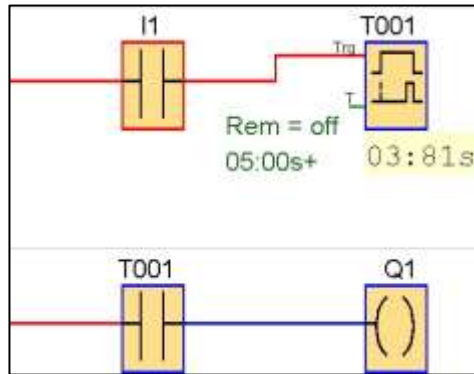
Activar el interruptor
no alcance dicho tiempo,



5 segundos,
mientras

RETARDO A LA CONEXIÓN

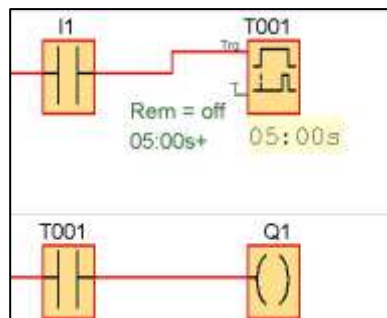
I1 y visualice que se activa el temporizador y comienza el conto hasta Q1 permanece apagada.



Una vez que el

se enciende la
salida Q1.

porizador T001 alcance 5 segundos, se activa el contacto T001 y



Guarde la simulación

3. RETARDO

Colocar un contacto del temporizador con retardo a la conexión.
PULSADOR I1

A LA DESCONEXIÓN

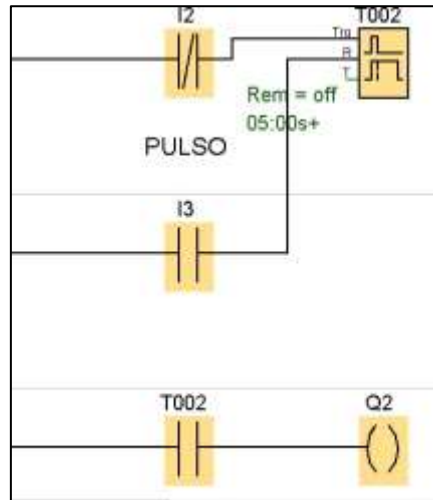
Colocar un desconexión normalmente cerrado como
T002 PULSADOR I3
temporizador T002

porizador con retardo a la

o normalmente abierto en el Reset R del temporizador como

o normalmente abierto y asignar el mismo nombre que el

Colocar una bobina Q2



Configura el temporizador a 5 segundos, doble Click izquierdo sobre el icono T002

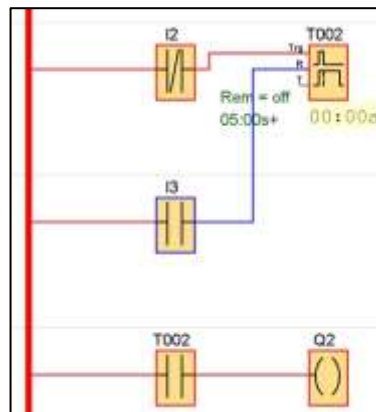


4. SIMULACION RETARDO A LA DESCONEXIÓN

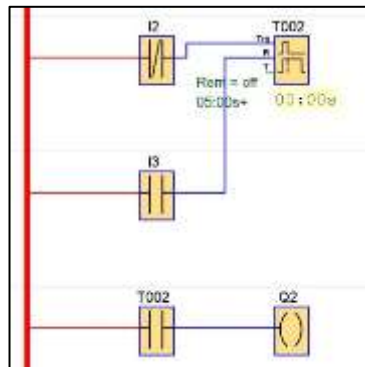
Presionar el pulsador I2, considerando que el temporizador se activa con el flanco descendente, el elemento I2 debe configurarse como pulsador.

La salida Q2 se activa el momento que presiona el pulsador I2.

Visualice que se activa el temporizador una vez se deja de presionar I2, en caso que se mantenga presionado I2 el tiempo no avanza.



Una vez que el temporizador T001 alcance 5 segundos, se desactiva el contacto T002 y se apaga la salida Q2. Al presionar el pulsador I3 se reinicia el proceso.



Guarde la simulación del temporizador con retardo a la desconexión.

5. DIFERENCIA ENTRE TEMPORIZADORES:

Realice un resumen concreto de la práctica y describa la diferencia entre temporizadores retardo a la conexión y retardo a la desconexión.

REFERENCIAS:

García Moreno, E. (2020). Automatización de procesos industriales. Universidad Politécnica de Valencia.
<https://elibro.net/es/ereader/ister/129686>

García Fernández, D. (2017 de Julio). Simulación y Diagnóstico de una Instalación Industrial mediante Factory I/O y OPC. VALLADOLID: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

Satorres Mira, S. (2021). Automatización de un paletizador industrial. Programación con TIA Portal y virtualización con Factory IO. Valencia.

3.3 Ejecución de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta se utiliza la plataforma del Moodle, considerando los siguientes aspectos:

- Ciclo asignado para el desarrollo de la propuesta: Estudiantes de tercer nivel académico de la Carrera en Electricidad. Total, de estudiantes 22 como se observa en la Figura.



Figura 4 Ciclo asignado del proyecto

- En la plataforma Moodle se ubica información correspondiente de la materia a desarrollarse en el Ciclo I.



Figura 5 Moodle de la asignatura

- En función del PEA institucional se generan los temas y subtemas que se desarrollan en el desarrollo de las clases teóricas, ubicando la información por cada semana (8) como se observa en la Figura 6.



Figura 6 Contenido

- Con la disposición de la plataforma se ubican las actividades que se desarrollan por los estudiantes, las mismas son incorporadas cada semana como se observa en la Figura 7.



Figura 7 Actividades

- En la Figura 8, se observa las clases que se realizaron las diferentes semanas en el desarrollo de la asignatura elemento muy importante bajo la modalidad

de estudios el cual es semi – presencial, y por lo tanto se utiliza la plataforma virtual e insumos que permite el espacio de trabajo.

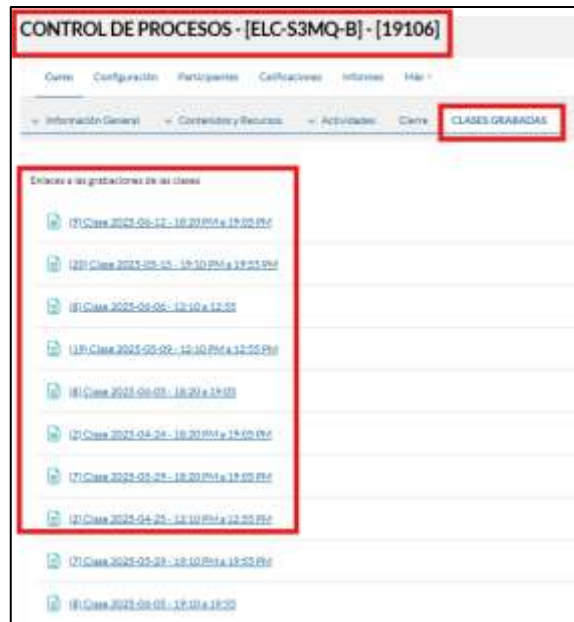


Figura 8 Clases sincrónicas

Ahora, la aplicación y recursos que se utilizan para el desarrollo de las clases podrían ser: Cad - Simu aplicando Logos programación e implementación, Secuencias Neumáticas con la aplicación del LOGO de Siemens, Logo, Señales Analógicas como se observa en la Figura 9.

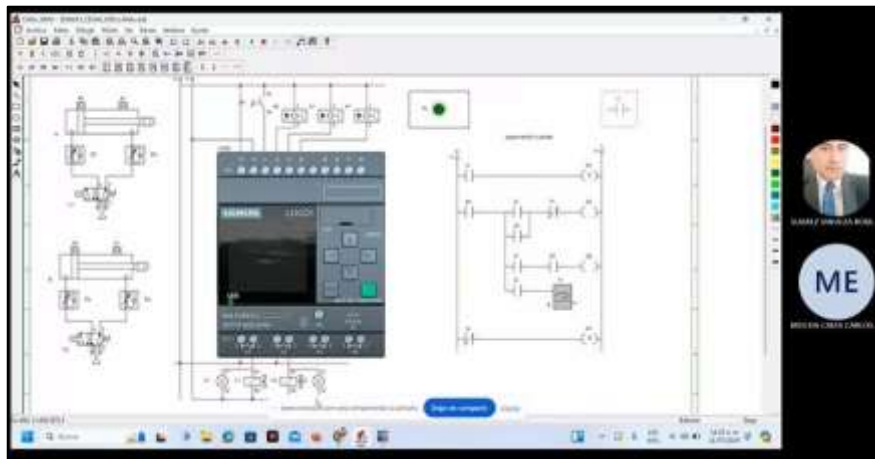


Figura 9 Desarrollo de clases

La integración de programas de desarrollo profesional en nuestras actividades educativas ha demostrado ser altamente efectiva para optimizar el rendimiento académico y aumentar la participación estudiantil como se observa en la Figura 10.



Figura 10 Teórico - Práctico

Además, las herramientas TIC en nuestras actividades educativas ha demostrado ser altamente beneficiosa para el aprendizaje y la participación de los estudiantes. Las herramientas como: Moodle, Proteus, Foros, Coogole, Padlet, cuestionarios han facilitado la comprensión de conceptos con el uso de plataformas interactivas que permiten mejorar el aprendizaje como se aprecia en la Figura 11.

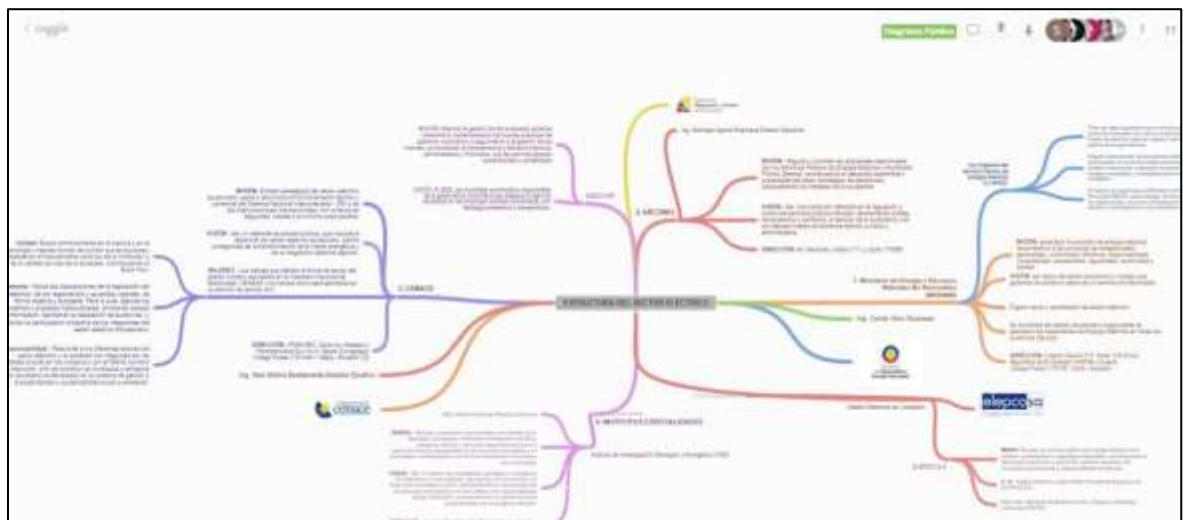


Figura 11 Mapa mental

La incorporación de programas de realidad virtual y/o simuladores en nuestras actividades educativas ha demostrado ser altamente efectiva para optimizar el rendimiento académico y aumentar la participación estudiantil. Herramientas como el Thinkercad, Circuit Wizart permiten que el estudiante desarrolle habilidades practicas mediante la simulación de eventos y casos de estudio que se ven desarrollas en los problemas de la sociedad como se muestra en la Figura 7.



Figura 12 Simuladores

La utilización de herramientas como: CadSimu, Logo, Proteus, Thinkercad no solo han facilitado la comprensión de conceptos técnicos avanzados, sino que también han fomentado la colaboración, la creatividad y el aprendizaje interactivo entre los estudiantes.

Resultados obtenidos con la implementación de la propuesta.

Para determinar la satisfacción se utiliza un formulario de encuesta para poder observar la evaluación del aprendizaje de los estudiantes.



Figura 13 Encuesta de finalización

Los resultados obtenidos de las diferentes preguntas que se aplicaron a los estudiantes del tercer ciclo académico se detallan a continuación:

- ¿Qué tanto has mejorado tu comprensión sobre automatización y control industrial después de las clases prácticas?

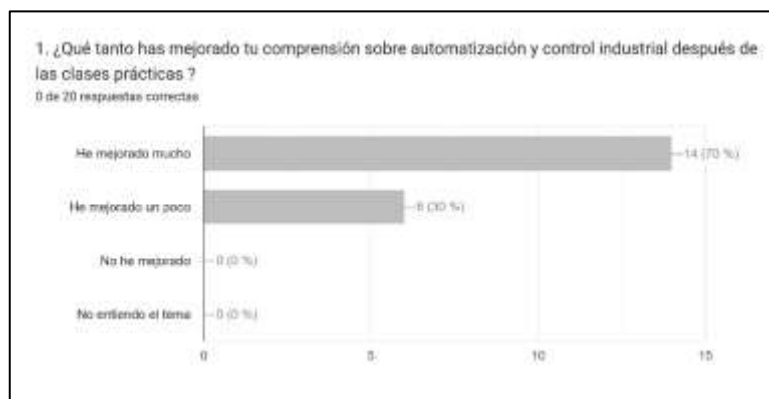


Figura 14 Pregunta 1

La gran mayoría de los encuestados (70%) considera que ha mejorado mucho su comprensión del tema después de las clases prácticas, mientras que el 30% restante ha mejorado un poco. Esto indica que las clases prácticas fueron efectivas para mejorar la comprensión de los participantes.

- ¿Qué tanto comprendes ahora el funcionamiento y uso de los PLCs gracias a las actividades realizadas?

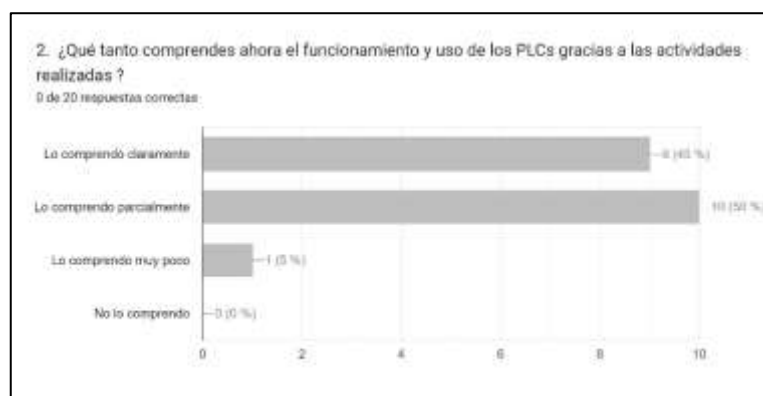


Figura 15 Pregunta 2

La mayoría de los encuestados (50%) comprende parcialmente el funcionamiento y uso de los PLCs después de las actividades, mientras que el 45% lo comprende claramente. Un pequeño

porcentaje (5%) lo comprende muy poco. Esto sugiere que las actividades fueron útiles, pero aún hay un margen significativo de mejora para que la mayoría de los participantes logre una comprensión completa.

- ¿Has tenido la oportunidad de programar o manipular un PLC físico o un simulador durante las clases?

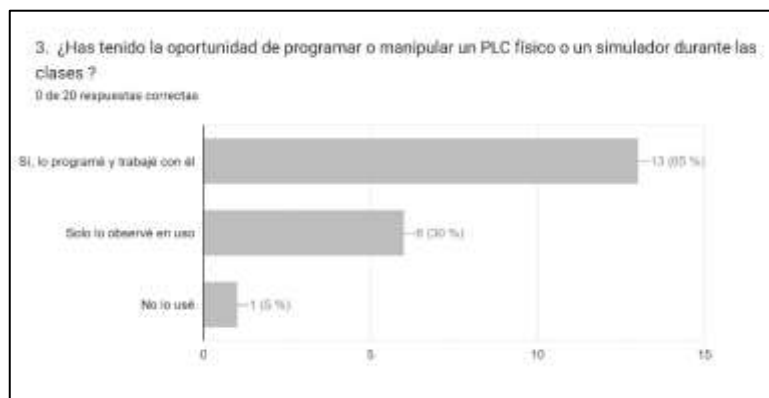


Figura 16 Pregunta 3

La mayoría de los encuestados (65%) tuvo la oportunidad de programar y trabajar directamente con un PLC o un simulador. El 30% restante solo lo observó en uso, lo que indica que tuvieron una experiencia menos práctica. Un pequeño porcentaje (5%) no tuvo ninguna oportunidad de interactuar con el equipo. Estos resultados sugieren que, si bien la mayoría de los estudiantes tuvieron una experiencia práctica, una parte significativa del grupo no la tuvo, lo que podría haber afectado su comprensión del tema.

- ¿Usaste simuladores de automatización en tus clases?

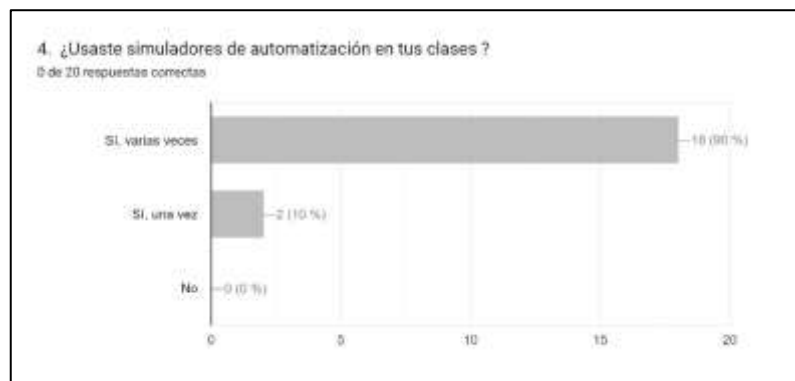


Figura 17 Pregunta 4

La totalidad de los encuestados (100%) utilizó simuladores de automatización en sus clases. La gran mayoría (90%) los usó varias veces, lo que indica un uso frecuente y extendido de esta herramienta. Un pequeño grupo (10%) los usó una sola vez. Estos resultados muestran que los simuladores son una parte integral y bien implementada en las clases, proporcionando una experiencia práctica a todos los estudiantes.

- ¿Te ayudaron los simuladores a entender mejor cómo funciona un sistema automatizado?

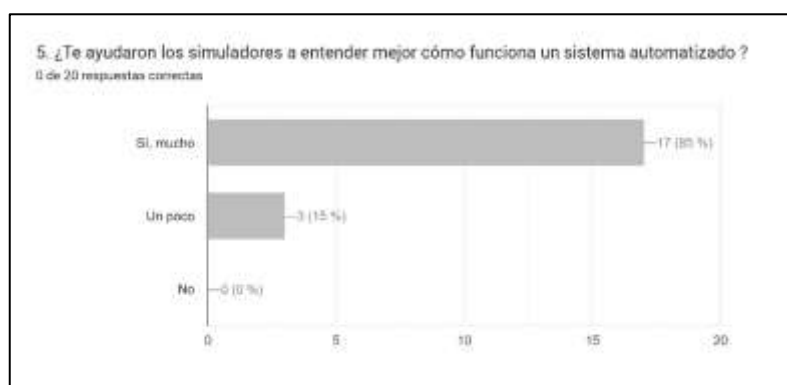


Figura 18 Pregunta 5

La totalidad de los encuestados (100%) afirma que los simuladores les ayudaron a entender mejor el funcionamiento de un sistema automatizado. La gran mayoría (85%) considera que les ayudaron "mucho", mientras que el 15% restante opina que les ayudaron "un poco". Esto confirma que los simuladores son una herramienta didáctica muy efectiva y valorada por los estudiantes para la comprensión de los conceptos de automatización.

- ¿Te sentiste más motivado en las clases cuando usaste simuladores o hiciste prácticas con PLCs?

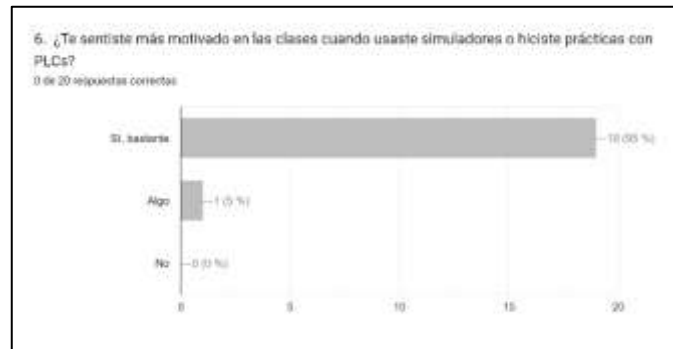


Figura 19 Pregunta 6

La totalidad de los encuestados (100%) se sintió más motivado al usar simuladores o al realizar prácticas con PLCs. La gran mayoría, el 95%, se sintió "bastante" motivada, lo que demuestra un impacto muy positivo de la experiencia práctica en el compromiso y la motivación de los estudiantes. El 5% restante se sintió "algo" motivado. Estos resultados refuerzan la importancia de las actividades prácticas para fomentar el interés y la participación activa en el aprendizaje.

- ¿Consideras que ahora tienes más capacidad para resolver problemas de automatización que antes de las clases prácticas?

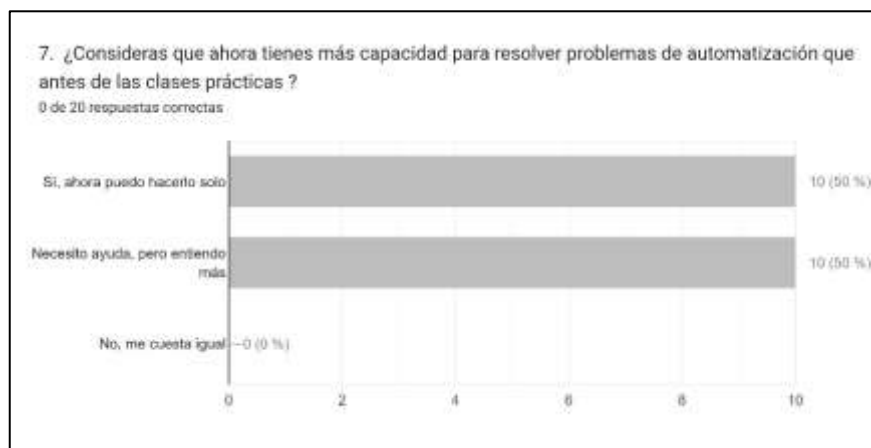


Figura 20 Pregunta 7

El 100% de los encuestados considera que su capacidad para resolver problemas de automatización ha mejorado después de las clases prácticas. La mitad de ellos (50%) se siente lo suficientemente seguro como para resolver los problemas por sí mismos, mientras que la otra mitad (50%) reconoce que aún necesita ayuda, pero entiende los conceptos mucho mejor

que antes. Esto demuestra que las clases prácticas tuvieron un impacto positivo y significativo en la capacidad de resolución de problemas de todos los participantes.

- ¿Te gustaría seguir aprendiendo más con simuladores y PLCs en otras materias?

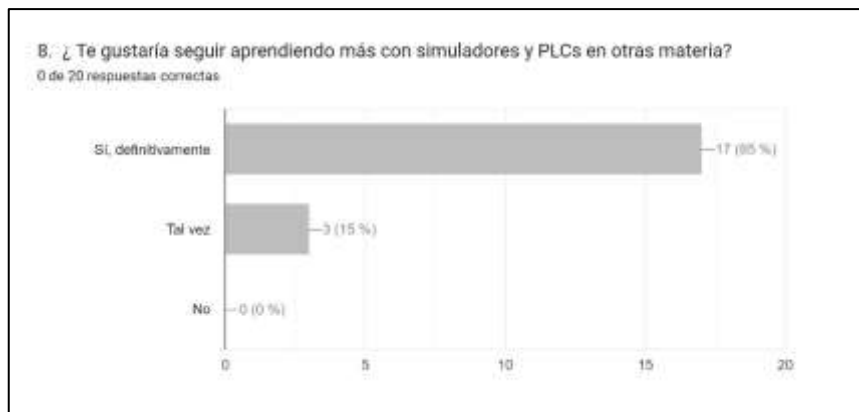


Figura 21 Pregunta 8

La totalidad de los encuestados (100%) está a favor de continuar utilizando simuladores y PLCs en otras materias. La gran mayoría (85%) lo desea "definitivamente", lo que demuestra un gran entusiasmo y valoración por este tipo de herramientas de aprendizaje.

El 15% restante lo considera una posibilidad ("Tal vez"). Estos resultados sugieren que el uso de simuladores y PLCs ha sido una experiencia muy positiva para los estudiantes, quienes desean extender este método de aprendizaje a otros temas.

- ¿Crees que esta forma de aprender (con prácticas y simuladores) te prepara mejor para un trabajo en la industria?

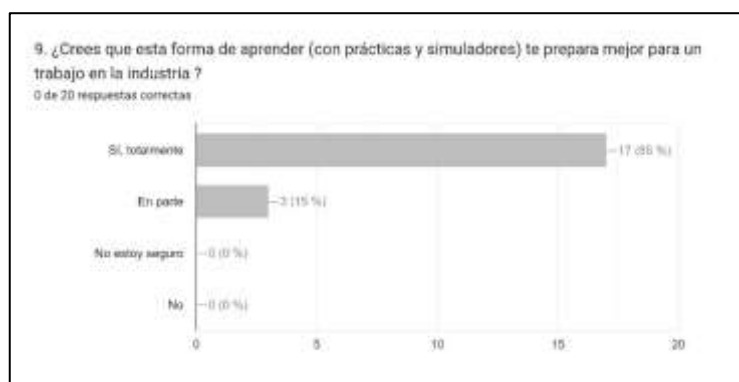


Figura 22 Pregunta 9

La totalidad de los encuestados (100%) considera que el aprendizaje a través de prácticas y simuladores los prepara mejor para un trabajo en la industria. La gran mayoría (85%) lo cree "totalmente", mientras que el 15% opina que es "en parte". Esto demuestra una fuerte convicción por parte de los estudiantes de que la experiencia práctica es crucial y directamente relevante para su futuro profesional en el ámbito industrial.

- ¿En general, ¿Cómo calificarías tu aprendizaje en este tema después de usar simuladores y hacer prácticas?

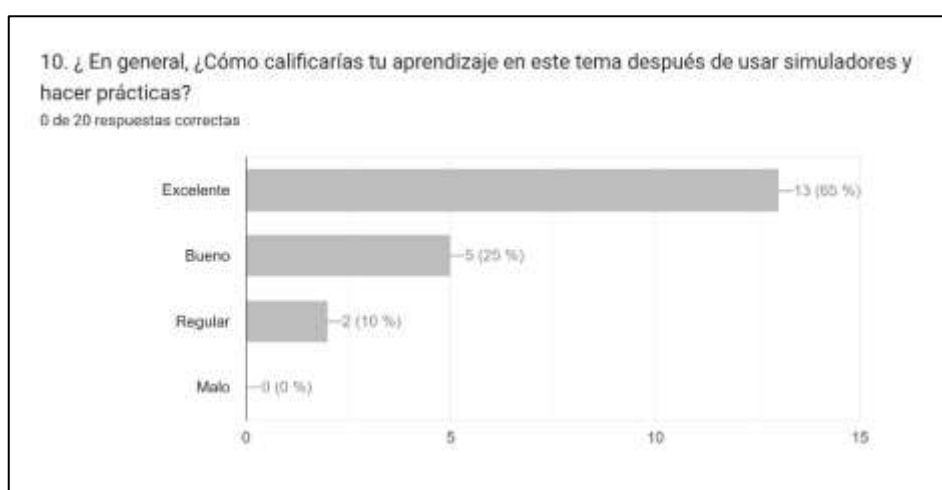


Figura 23 Pregunta 10

La gran mayoría de los encuestados (65%) califica su aprendizaje como "Excelente", y un 25% lo califica como "Bueno". Esto significa que el 90% de los participantes tuvo una experiencia de aprendizaje positiva o muy positiva. Solo un 10% lo califica como "Regular". Nadie lo considera "Malo". Esto confirma que el uso de simuladores y las prácticas fueron muy efectivos para el aprendizaje general del tema.

En la Figura 24, titulado "CONTROL DE PROCESOS", muestra tres métricas clave para un proceso identificado como "S3MQ-B":

- **PROMEDIO:** El valor promedio es 7.88.
- **MÁXIMA:** El valor máximo es 10.00.
- **MÍNIMA:** El valor mínimo es 0.5.

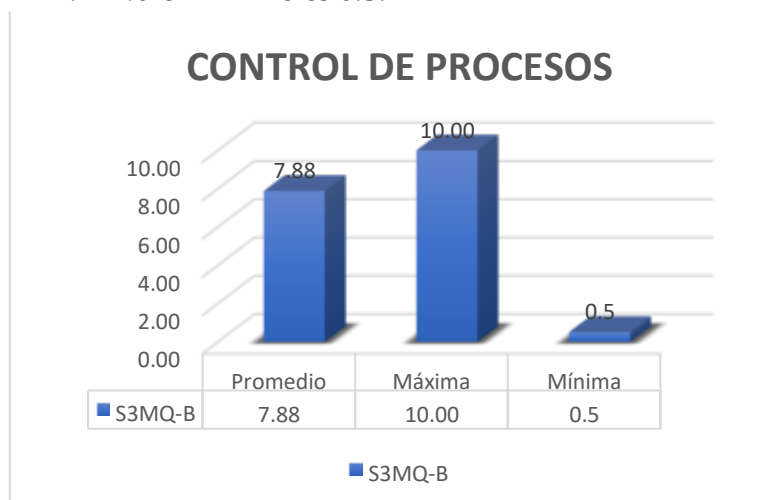


Figura 24 Resultados finales de la asignatura

En el proceso "S3MQ-B" presenta valores que oscilan entre un mínimo de 0.5 y un máximo de 10.00, con un valor promedio de 7.88. Esto indica que el desempeño típico del proceso está más cerca de su valor máximo que de su valor mínimo.

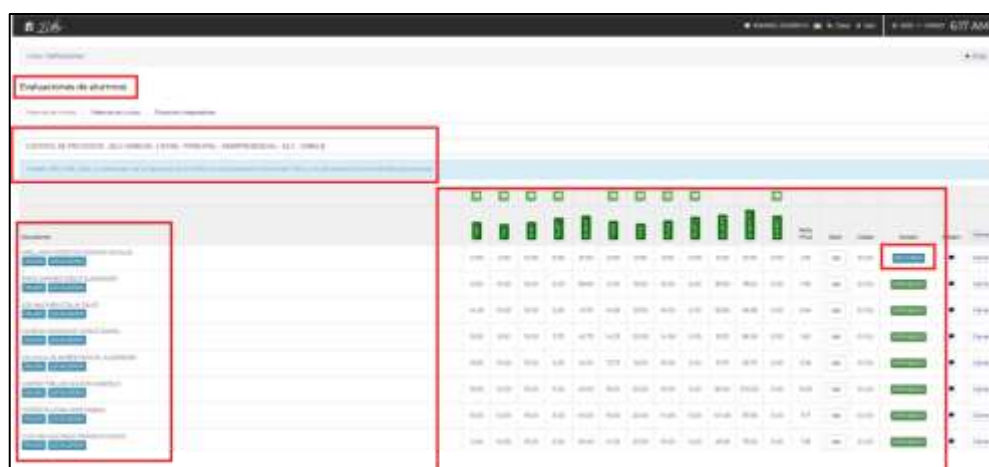


Figura 25 Resultados en plataforma

En la Figura 26, se obtiene resultados favorables ya que de un listado de 22 alumnos se evidencia un total de 19 estudiantes aprobados, y 3 estudiantes reprobados, pero por razones ajenos al sistema de desarrollo académico aplicado en el ciclo académico.

- Tasa de aprobación global: Relativamente alta (86.36 %).
- Tasa de reprobación global: Relativamente baja (13.64%).

PARALELO	NIVEL	MODALIDAD	NRO. ESTUDIANTE	ASIGNATURA	APROBADOS	REPROBADOS
S3MQ-B	3	SEMIPRESENCIAL	22	CONTROL DE PROCESOS	19	3
S4MQ-B	4	SEMIPRESENCIAL	10	EQUIPO NEUMATICO	10	0
S2M-A	2	SEMIPRESENCIAL	18	SOFTWARE APLICADO ELECTRICIDAD	18	0
S2NBD-A	2	SEMIPRESENCIAL	44	SOFTWARE APLICADO ELECTRICIDAD	39	5
TOTAL			94		86	8

Figura 26 Tabla de resultados

CONCLUSIONES

Al enfrentar escenarios complejos en los simuladores, los estudiantes se ven obligados a diseñar soluciones, depurar código y analizar resultados, lo que fomenta el pensamiento crítico y la capacidad de diseño. Esto va más allá de la memorización y promueve una comprensión profunda de los sistemas de control.

La combinación de simuladores y prácticas físicas limitadas es una forma eficiente de optimizar los recursos. Permite que todos los estudiantes tengan una experiencia práctica significativa a través de la simulación, mientras que el costoso equipo físico se reserva para la validación final del conocimiento.

Esta metodología es escalable para un gran número de estudiantes y replicable en otras instituciones. Al basarse en software de simulación que es más accesible que el hardware industrial, puede ser adoptada por colegios y universidades con presupuestos limitados, garantizando una formación técnica de alta calidad para un mayor número de estudiantes.

La metodología sirve como un modelo pedagógico robusto que prepara a los estudiantes de manera integral para los desafíos del mundo laboral, combinando la teoría con una práctica intensiva y realista.

RECOMENDACIONES

Los estudiantes manifestaron su deseo de continuar usando simuladores y PLCs en otras materias. Se recomienda integrar esta metodología pedagógica en otros cursos relacionados (por ejemplo, electrónica de potencia, robótica o sistemas mecatrónicos).

Esta expansión aseguraría una experiencia de aprendizaje coherente y progresiva, donde las habilidades prácticas y el pensamiento crítico se desarrollen de manera continua en todo el currículo académico.

Una recomendación es plantear a los estudiantes escenarios de "averías" o "fallas" controladas tanto en el simulador como en el equipo físico. El objetivo no es solo programar, sino también diagnosticar y corregir problemas de manera independiente.

Esto fortalecerá el pensamiento crítico y la capacidad de diseño, preparando mejor a los estudiantes para los desafíos de la industria, como lo sugiere el 85% que cree que esta forma de aprender los prepara "totalmente" para el trabajo industrial.

Si bien los simuladores son muy efectivos, la encuesta reveló que un 30% de los estudiantes solo "observó" un PLC en uso y un 5% "no lo usó". Para cerrar esta brecha, se recomienda implementar una estrategia para que todos los estudiantes tengan la oportunidad de programar y manipular físicamente un PLC.

Esto podría lograrse mediante la organización de talleres prácticos obligatorios o la rotación de grupos pequeños, asegurando que el conocimiento adquirido en los simuladores se consolide con la experiencia real de cableado, conexión y puesta en marcha de un sistema físico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alemaní, S. (2024). Diseño escalonado de laboratorios en educación técnica. *Revista de Enseñanza en Ingeniería*, 17(2), 33–49.

Aqlan, F., & Zhao, F. (2022). Virtual simulation for enhancing engineering education: A datadriven approach. *International Journal of Engineering Education*, 38(3), 521–530.

Arroyo-Díaz, M., Ramírez-Chávez, L., & Dávila-Pedraza, D. (2024). Simuladores accesibles con ESP32 para formación técnica en automatización. *Revista Latinoamericana de Innovación Tecnológica*, 11(1), 45–58.

- Arthur, A., Evans, T., & Daniels, R. (2023). Dimensions of realism in engineering simulators: Impact on learning outcomes. *Journal of Virtual Learning Environments*, 29(4), 109–124.
- Álvarez Ariza, D. (2024). Impacto del aprendizaje basado en proyectos en habilidades técnicas de estudiantes de ingeniería. *Revista de Tecnología Educativa*, 26(1), 15–34.
- Ayvacı, H. Ş., Bebek, G., & Yamaçlı, S. (2023). Comparison of the theoretical and practical knowledge of the pre-service science teachers in Turkey: The context of simple electrical circuits. *Participatory Educational Research*, 10(3), 130–149.
- Barbieri, G., Sanchez-Londoño, D., Cattaneo, L., Fumagalli, L., & Romero, D. (2020). A case study for problem-based learning education in fault diagnosis assessment. *IFAC PapersOnLine*, 53(3), 107–112.
- Benítez Arrieta, M. (2023). Tecnologías educativas interactivas en la enseñanza técnica: Caso eXeLearning. *Educación y Tecnología*, 19(3), 90–105.
- Bravo Morocho, D., & Peñaranda, R. (2024). Análisis de procesos industriales mediante simuladores virtuales. *Ciencia y Automatización*, 15(2), 66–78.
- Study on bridging the gap. (2022). Bridging the gap between theoretical learning and practical application: A qualitative study in the Italian educational context.
- Chen, Y., & Wang, Z. (2022). The impact of constructivist laboratory methods on theorypractice integration in engineering. *Engineering Pedagogy International*, 8(2), 67–81.
- Coşkun, H., Kayıkcı, M., & Gençay, S. (2019). Experiential learning in industrial automation education: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 158, 971–980.

- Coutinho, C., Magana, A., & Dias, M. (2023). Blended laboratory experiences in control engineering education: A pathway to knowledge transfer. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(1), 54–70.
- Cuasito, A., & López, C. (2025). Efectividad de Factory I/O y TIA Portal en simulación de procesos industriales. *Revista de Automatización Industrial*, 9(1), 25–36.
- Diong, B., Emami, M., & Green, R. (2021). Development of troubleshooting skills through laboratory activities in engineering technology. *IEEE Transactions on Education*, 64(3), 239–246.
- Edgar, A. K., Macfarlane, S., Kiddell, E. J., Armitage, J. A., & Wood-Bradley, R. J. (2022). The perceived value and impact of virtual simulation-based education on students' learning: A mixed methods study. *BMC Medical Education*, 22, 823.
<https://doi.org/10.1186/s12909-022-03738-w>
- Endryansyah, R., Firdaus, A., & Yulianto, D. (2025). Evaluación del impacto de Automation Studio en habilidades de diseño eléctrico. *Journal of Technical Education Research*, 31(1), 56–70.
- González-Nuñez, M., Salazar-Llanos, G., & Cancharí-Preciado, J. (2024). Aprendizaje experiencial en entornos técnicos: Fundamentos y aplicaciones. *Revista Andina de Educación Técnica*, 21(1), 14–29.
- Idrovo Hurel, A., & Morán Herrera, R. (2025). Condiciones de acceso a laboratorios técnicos en educación superior ecuatoriana. *Revista de Ciencias Aplicadas*, 12(2), 78–93.
- Kebande, P. (2024). Remote laboratories and blended learning in automation engineering education. *Journal of Engineering Research and Education*, 14(1), 30–44.
- Li, J., & Liang, W. (2024). Effectiveness of virtual laboratory in engineering education: A meta-analysis. *PLOS ONE*, 19(12), e0316269.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316269>

- Mandal, M. K., Azad, M. A., Rasul, M. G., & Kalam, M. A. (2024). Student satisfaction in technical training: Role of context-based simulation. *Education and Training in Engineering*, 25(3), 101–115.
- Maza, J., & Espinoza, D. (2020). Bases del aprendizaje colaborativo en la formación superior técnica. *Educación y Ciencia*, 11(2), 77–89.
- Medina, M., Rojas, R., & Bustamante, W. (2023). Metodología de la investigación : Técnicas e instrumentos de investigación. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. Obtenido de <http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1539>.
- Mejeh, M. A., & Tanja, F. M. (2022). Autonomía técnica mediante aprendizaje autorregulado en formación de ingeniería. *Revista Internacional de Educación Técnica*, 20(1), 45–59.
- Mora, M., & Angulo, E. (2023). Importancia de la automatización industrial en la formación profesional técnica. *Educación Industrial*, 14(3), 21–36.
- Nguyen, H. D., Patel, K., & Li, Y. (2023). Constructivist strategies to bridge theoretical and practical learning in engineering programs. *International Journal of Engineering Education*, 39(2), 175–188.
- Pachay-Soriano et al. (2024). Simulador electrotécnico didáctico CADE SIMU como refuerzo académico para las prácticas de Instalaciones Automatizadas Eléctricas del Bachillerato Técnico. *Journal Scientific Investigar*, 8(4), 67–86.
- Paredes-Parada, C. (2023). Frecuencia y duración óptima en el uso de simuladores para formación técnica. *Revista Latinoamericana de Didáctica Técnica*, 18(1), 59–71.

- Pek, C., & Acikgoz, Y. (2021). Improving programming skills with hands-on PLC training kits. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 11(4), 96–108.
- Piate, R. C., Archibong, J. N., & George, W. K. (2023). Assessment of availability and utilization of laboratory equipment for teaching food and nutrition in Nigerian universities. *Research Journal of Food Science and Quality Control*, 9(2), 79–91. <https://doi.org/10.56201/rjfsqc.v9.no2.2023.pg79.91>
- Pratama, A., Azman, M., Zakaria, M., & Khairudin, H. (2022). Evaluación de competencias con kits de PLC: Evidencia en estudiantes técnicos. *Journal of Engineering Technology and Innovation*, 15(2), 90–105.
- Puente-Aguilar, R., Martínez-Mercado, D., & Hernández-Landa, J. (2023). Utilidad del aprendizaje técnico y su impacto en el desempeño profesional. *Revista Mexicana de Educación Técnica*, 10(3), 112–129.
- Putra, A. (2024). Utilization of Automation Studio Software to Enhance the Ability to Design Ladder Diagrams for 3-Phase Motor Control Systems. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*.
- Ramabhadran, S., & Ovie, B. (2022). Teaching PLC programming using Factory I/O and TIA Portal: A practical approach. *International Journal of Engineering Education*, 38(4), 387–397.
- Ramírez, F., & Torres, G. (2022). Planificación de sesiones de simulación en automatización industrial. *Formación Técnica y Desarrollo*, 17(2), 61–72.
- Rijanto, R., Pramudya, H., & Sari, R. (2022). Enhancing student competence using PLC training kits in Indonesian vocational education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36(3), 153–161.

- Roca García, H., Olaya Gil, P., & Guartatanga Faicán, D. (2024). Uso de simuladores industriales como estrategia educativa en automatización. *Revista de Innovación Técnica*, 22(1), 89–104.
- Sánchez, P., Pérez, L., & Gómez, A. (2021). Instrumentos híbridos de evaluación en prácticas de automatización. *Educación en Ingeniería*, 15(2), 55–70.
- Sari, E. P., & Wulandari, M. (2023). Impacto del laboratorio virtual sobre la configuración de dispositivos técnicos. *Revista de Tecnología Educativa Aplicada*, 27(3), 38–49.
- Suud, M., Mahran, H., Sihar, R., & Kipli, K. (2024). Visitas industriales como estrategia de transferencia de conocimiento técnico. *International Journal of Technical Education and Training*, 22(1), 105–117.
- Uddin, K. R., Al Fahim, A., & others. (2023). Development of a PLC based automation cell for industry. *Journal of Integrated and Advanced Engineering*, 3(2), 87–100.
- Van De Bogart, K., Dounas-Frazer, D. R., & Lewandowski, H. J. (2017). Strategies for addressing student difficulties with troubleshooting. *American Journal of Physics*, 85(9), 692–702.
- Vargas, J., Heradio, R., Donoso, Y., & Farias, G. (2023). Simuladores como herramientas clave en educación técnica: Factory I/O y TIA Portal. *Journal of Technical Training*, 14(1), 21–35.
- Wang, S., Zhou, Y., & Liang, T. (2024). Eficacia de la realidad virtual en prácticas técnicas. *Journal of Virtual Education*, 18(2), 77–89.
- Wang, Y., Zhang, H., & Liu, J. (2020). Development of a CDIO-based virtual PLC laboratory. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1469–1480.

- Zamora-Hernández, I., Rodríguez-Paz, M. X., & González-Mendivil, A. (2024). Modelo integral para la enseñanza de programación de PLCs con enfoque en habilidades blandas. *Formación Técnica Integral*, 9(1), 41–55.
- Zhao, R., Li, Q., & Wang, H. (2023). Factores que mejoran la precisión en la programación de PLCs en ambientes educativos. *Revista de Automatización Educativa*, 12(2), 65–78.
- Zheng, H., Xie, X., & Li, C. (2023). Process analysis in industrial automation through digital twins and simulations. *Journal of Industrial Engineering Research*, 31(1), 33–47.
- García Moreno, E. (2020). *Automatización de procesos industriales: robótica y automática*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/ereader/ister/129686>
- García Vílchez, M. Domingo Peña, J. & Gámiz Caro, J. (2020). *Automatismos industriales: (1 ed.)*. Marcombo. <https://elibro.net/es/ereader/ister/280309?page=247>
- PICHOASAMIN MORALES, D.F., ASTUDILLO CORTEZ, V.P., YUGCHA QUINATO, W.G., CATOTA OCAPANA, P.C. & BENALCÁZAR LOPEZ, B.D. (2023). Estrategia de control en cascada para regular el nivel de líquido en una estación de procesos didáctica. En *Revista Conectividad*, 98-114. Recuperado de <https://revista.ister.edu.ec/ojs/index.php/ISTER/article/view/72>

ANEXOS

(Colocar los instrumentos utilizados y las evidencias fotográficas de su proyecto)